



# MEDIO AMBIENTE

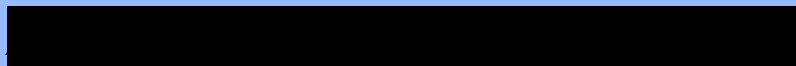
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**

# DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B REGIONAL

## PROYECTO: SENDEROS PONIENTE



### *CAPÍTULO 1*

## CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Con fundamento en el “ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan” (Acuerdo) emitido por el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, mediante el cual se unifican la evaluación de impacto ambiental y el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el cual prevé dos modalidades, siendo el que nos atiende la Modalidad B que corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 excepto la fracción V de dicho artículo, se presenta el Documento Técnico Unificado modalidad B Regional del Proyecto “**Senderos Poniente**” (de ahora en adelante en todo el presente DTU-BR, “**El Proyecto**”).

Lo anterior, en apego a las disposiciones establecidas en los Artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

El Artículo Séptimo del Acuerdo, señala que el DTU-B contendrá la información que prevé el Artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental (REIA), así como la indicada en el Artículo 139 y 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Con base en esto, y tomando como referencia los lineamientos establecidos en el “*Instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B- Regional*”, el presente DTU-BR está integrado por la siguiente información:

- I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO;
- II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO;
- III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO;
- IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN;
- V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES;
- VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO;
- VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES;
- VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS;
- IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

En cumplimiento con las disposiciones anteriormente citadas en este capítulo se presentan los datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del documento técnico unificado del Proyecto “**Senderos Poniente**”.

## 1.2. PROYECTO

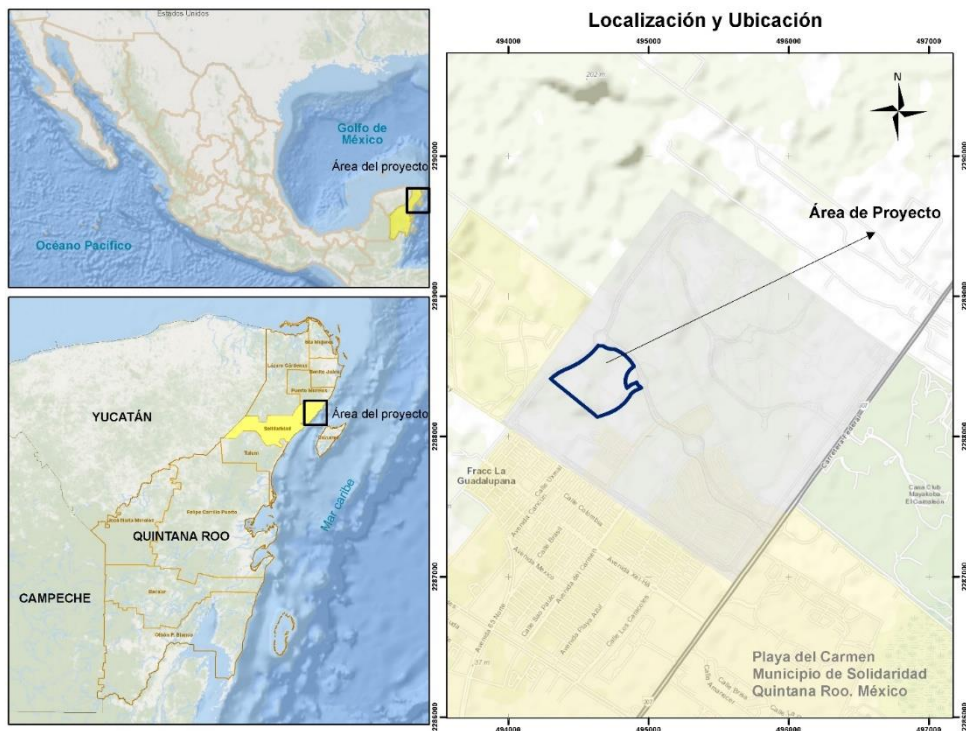
### 1.2.1. Nombre del Proyecto

Senderos Poniente

### 1.2.2. Ubicación del Proyecto

El predio del proyecto se encuentra en el lote 15 del macroproyecto “Ciudad Mayakoba” (antes El Ximbal), ubicado la altura del kilómetro 298 de la Carretera Federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez en la zona norponiente de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, C.P. 77710, Quintana Roo.

Figura 1. 1. Ubicación general del predio del Proyecto.



### 1.2.3. Duración del Proyecto

Vida útil de 100 años

### 1.3. PROMOVENTE

#### 1.3.1. Nombre o razón social

El Proyecto "Senderos Poniente" es promovido por la empresa [REDACTED], sociedad que se acredita mediante la siguiente documentación legal:

- **Acta constitutiva de la empresa " [REDACTED] " Escritura Pública [REDACTED]**, otorgada ante [REDACTED], titular de la notaría Pública No. [REDACTED], de la Ciudad de [REDACTED], de fecha [REDACTED] de [REDACTED] (Anexo 1.1).

Escrituras que acreditan la Propiedad:

- **BOLETA DE REGISTRO COMPRAVENTA CON RESERVA DE DOMINIO:** Boleta de registro, folio: [REDACTED], oficina registral de [REDACTED], de fecha [REDACTED] de [REDACTED] de [REDACTED] (Anexo 1.2).
- **TRANSMISIÓN DE PROPIEDAD EN EJECUCIÓN DE FIDEICOMISO Y EXTINCIÓN PARCIAL DEL CONTRATO FIDEICOMISO:** Escritura Pública P.A. [REDACTED], otorgada ante [REDACTED], Notario Público No. [REDACTED], de la Ciudad de [REDACTED], de fecha [REDACTED] de [REDACTED] de [REDACTED] (Anexo 1.3).
- **CERTIFICACIÓN DE MEDIDAS Y COLINDANCIAS DE TRES INMUEBLES Y FUSIÓN DE TRES INMUEBLES:** Escritura Pública P.A. [REDACTED], otorgada ante [REDACTED], Notario Público No. [REDACTED], de la Ciudad de [REDACTED], de fecha [REDACTED] de [REDACTED] (Anexo 1.4).
- **CERTIFICACIÓN DE MEDIDAS Y COLINDANCIAS DE UN INMUEBLE Y SUBDIVISIÓN DE UN INMUEBLE:** Escritura, P.A. [REDACTED], otorgada ante [REDACTED], Notario Público No. [REDACTED], de la Ciudad de [REDACTED], de fecha [REDACTED] de [REDACTED] de [REDACTED] (Anexo 1.5).

#### 1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promoviente

[REDACTED] (Anexo 1.6)

#### 1.3.3. Nombre del Representante Legal

[REDACTED]

Cuyo poder se pueden consultar en la **Escritura Pública P.A. [REDACTED]**, se adjunta al presente una copia en el Anexo 1.7 Se presenta copia certificada para cotejo.

#### 1.3.4. Identificación oficial del representante legal

Pasaporte Mexicano de [REDACTED],  
[REDACTED]; CURP: [REDACTED] (Anexo 1.8).

#### 1.3.5. Dirección del Promovente o de su Representante Legal

[REDACTED]

### 1.4. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

#### 1.4.1. Nombre o razón social

[REDACTED]

#### 1.4.2. Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED] (Anexo 1.9)

#### 1.4.3. Nombre del responsable técnico del estudio

[REDACTED]

#### 1.4.4. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED] (Anexo 1.10)

#### 1.4.5. Cedula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED] (Anexo 1.11)

#### 1.4.6. Dirección del responsable técnico del estudio

[REDACTED]

## **1.5. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO FORESTAL**

### **1.5.1. Nombre o razón social**

[REDACTED]

### **1.5.2. Registro Federal de Contribuyentes**

[REDACTED] (Anexo 1.12)

### **1.5.3. Nombre del responsable técnico del estudio**

[REDACTED]

### **1.5.4. Número de inscripción en Registro Forestal Nacional**

[REDACTED] (Anexo 1.13)

### **1.5.5. Cedula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio**

[REDACTED] (Anexo 1.14)

### **1.5.6. Dirección del responsable técnico del estudio**

[REDACTED]

## 1.6. RELACIÓN DE ESPECIALISTAS RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN DEL DTU-BR

Los especialistas responsables del diseño del proyecto y elaboración del DTU-BR se enlistan en la Tabla 1. 1. Cabe destacar que si bien, las empresas ██████████ y ██████████, son los responsables técnicos del Documento Técnico Unificado, los datos presentados en este estudio relativos al diseño de proyecto y procesos de preparación, construcción, operación y mantenimiento fueron proporcionados por la empresa promovente.

Tabla 1. 1. Especialistas participantes en la elaboración de la DTU-BR.

| Nombre     | Empresa    | Especialidad |
|------------|------------|--------------|
| ██████████ | ██████████ | ██████████   |
| ██████████ | ██████████ | ██████████   |
| ██████████ | ██████████ | ██████████   |
| ██████████ | ██████████ | ██████████   |
| ██████████ | ██████████ | ██████████   |
| ██████████ | ██████████ | ██████████   |
| ██████████ | ██████████ | ██████████   |
| ██████████ | ██████████ | ██████████   |



### 1.7. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE PRESTADOR DE SERVICIOS FORESTALES QUE HAYA ELABORADO EL ESTUDIO Y DEL QUE ESTARÀ A CARGO DE LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO;

Este estudio fue elaborado a contrato por la promovente y llevado a cabo por la empresa [REDACTED], a cargo del [REDACTED] quién firma como responsable de la elaboración de este Cambio de Uso del Suelo, y quien en su caso será el responsable de dirigir la ejecución del seguimiento forestal.

La empresa, [REDACTED], con domicilio en la [REDACTED], cuenta con Certificado de Inscripción en el Registro Forestal Nacional integrado al Libro [REDACTED], Tipo [REDACTED], Personas [REDACTED] Prestadoras de Servicios Técnicos Forestales- inscripciones, Volumen [REDACTED], Numero [REDACTED] (**Documento Anexo 1.13**).

\_\_\_\_\_  
[REDACTED]  
Director General  
[REDACTED]  
Registro Forestal Nacional integrado al  
[REDACTED],  
[REDACTED]

| Personal que participó en la elaboración del Estudio | No. De Cédula |
|--|---------------|
| [REDACTED]   | [REDACTED]    |

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO  
MODALIDAD B REGIONAL**

**PROYECTO:  
SENDEROS PONIENTE**



***CAPÍTULO 2***

## CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento con las disposiciones del Artículo 28 fracciones VII y IX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Artículo 93 de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y con base en el *ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan (ACUERDO)* emitido por el Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, la empresa [REDACTED], en adelante La Promovente, solicita a su H. Autoridad la evaluación y autorización del presente Documento Técnico Unificado B modalidad Regional (DTU-BR) del proyecto denominado **Senderos Poniente**, en adelante El PROYECTO.

El Proyecto consiste en la construcción de un fraccionamiento habitacional conformado por lotes unifamiliares y plurifamiliares (multifamiliares), orientado a un mercado de medio a alto poder adquisitivo, sensible a escenarios naturales, contará con la infraestructura y el equipamiento necesarios para su funcionamiento combinando lujo y confort, pero integrados al paisaje y al medio ambiente en el que se ve inserto. Se ubica en Kilómetro 298 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria-Puerto Juárez, en la zona norponiente de la ciudad Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo en un predio con una superficie de 17.92 ha, de los cuales 3.63 ha corresponden a un corredor biológico destinado a la conservación, mientras que las 14.28 ha restantes son de uso habitacional plurifamiliar de acuerdo con el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “el Jesusito”.

Se trata de un predio en el que se pondrán a la venta lotes unifamiliares y plurifamiliares (multifamiliares), con el atractivo de contar con generosas áreas de conservación y áreas verdes y andadores peatonales que en su conjunto lo harán un lugar ideal para vivir.

El Proyecto se ubica al interior de “Ciudad Mayakoba” proyecto autorizado en materia de impacto ambiental conforme al oficio resolutivo no. SGPA/DGIRA/DG/04219 con fecha de 19 de junio de 2013 y sus modificaciones posteriores siendo la más reciente la autorizada mediante oficio resolutivo no. SGPA/DGIRA/DG/04903 con fecha del 15 de octubre de 2020.

En este capítulo se presenta la descripción de las obras y actividades del *Proyecto* sometidas al proceso de evaluación en materia de impacto ambiental, así como la descripción detallada de los elementos que lo integran, así como las obras y actividades que se llevarán a cabo por etapa de implementación, y los insumo requeridos y los residuos generados que se deriven de él en cumplimiento con lo señalado en la fracción II del Artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental (REIA).

Cabe señalar que, la Promovente se compromete a mantener un estricto apego a las disposiciones que se deriven del resolutivo correspondiente al presente PROYECTO en caso de resultar autorizado este DTU-BR.



Figura 2. 1. Plan Maestro del proyecto Sederos Poniente.



El Proyecto se apega a los lineamientos urbanísticos aplicables según el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesuquito 2016 y a lo establecido en la Autorización de Impacto Ambiental en modalidad regional de “Ciudad Mayakoba” (antes “El Ximbal”) otorgada mediante el oficio SGPA/DGIRA/DG/04219, y sus posteriores modificaciones autorizadas a través de los oficios SGPA/DGIRA/DG/00389, SGPA/DGIRA/DG/05718, SGPA/DGIRA/DG/3246, SGPA/DGIRA/DG/09500, SGPA/DGIRA/DG/04181 y SGPA/DGIRA/DG/04903.

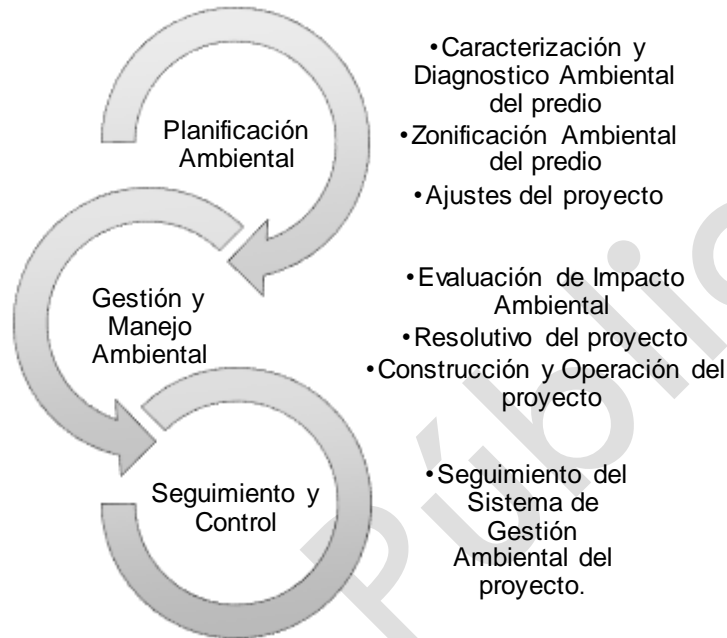
### 2.2.1. Naturaleza del Proyecto

Se consideró un delicado proceso de planificación ambiental que direccionó el diseño del Proyecto hacia un esquema de viabilidad ambiental, sustentado con el trabajo y recomendaciones de especialistas en temas como vegetación, fauna, manejo integrado de zonas costeras, marco legal, impacto ambiental, SIG, entre otros. De este modo es posible afirmar que la propuesta del Proyecto es ecológicamente viable, pues es congruente con:

- La conservación y uso sostenible de los ecosistemas y recursos naturales del terreno y la región,
- El cumplimiento de todos los instrumentos legales y normativos aplicables,
- La generación de un proyecto ambiental, legal y arquitectónicamente sustentable,
- La integración del Proyecto al paisaje y el medio ambiente,
- La generación de oferta a un segmento de mercado sensible a escenarios residenciales de alta calidad ambiental y respeto a la naturaleza.

Se consideró un proceso de planificación ambiental con estrategias encaminadas a dar cumplimiento a los objetivos planteados para El Proyecto. En la Figura 2. 2 se muestra el esquema de este proceso.

**Figura 2. 2. Proceso de planificación Ambiental.**





- Garantizar que el uso del suelo que se propone sea más productivo a largo plazo

## 2.2.2. Justificación y objetivos del Proyecto

### 2.2.2.1. Objetivos

El objetivo general del proyecto es la construcción de un fraccionamiento habitacional en el predio 15 del polígono de actuación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”, para satisfacer la demanda de vivienda por parte de los empleados asociados al desarrollo turístico de la Riviera Maya.

Entre los objetivos específicos del proyecto se tienen:

- a) impulsar un desarrollo habitacional de vivienda digna cerca de los centros laborales de los empleados de la Riviera Maya, incrementando su calidad de vida y la de sus familias;
- b) Participar en la reducción del rezago actual de vivienda y mejorar las condiciones de calidad de vida de los habitantes de Playa del Carmen, y
- c) Proporcionar diversos niveles de vivienda, entre ellos contar con una zona residencial de alta plusvalía.

Por tanto, no solamente se contribuirá a la dotación de vivienda digna, sino que al contemplarse unidades comerciales y uno de tipo residencial de buen nivel, se detonará la oferta laboral, por lo que se considera que se observan adecuadamente los criterios legales y sociales pertinentes.

### 2.2.2.2. Justificación

El predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto se encuentra influenciado por el área urbana del centro de población de Playa del Carmen y el uso urbano está previsto en el Programa Parcial del Desarrollo Urbano El Jesusito, cuyo polígono de aplicación está ubicado en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. Por lo tanto, el área de influencia se encuentra afectada por actividades de desarrollo urbano y turísticas en el centro de población de Playa del Carmen.

Aunado a lo anterior, en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad indica, para la UGA 14 denominada “Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen”, donde se localiza el proyecto, que en la actualidad existe la necesidad por parte de las autoridades municipales y estatales de dotar de terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, ya que las superficies planeadas para la reserva urbana prácticamente se han agotado y por ello es importante establecer una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para este desarrollo.

Los objetivos del proyecto son impulsar el desarrollo habitacional de vivienda digna cerca de los centros laborales de los empleados de la Riviera Maya, incrementando su calidad de vida y la de sus familias; participar en la reducción del rezago actual de vivienda y mejorar las condiciones de calidad de vida de los habitantes de Playa del Carmen, y proporcionar diversos niveles de vivienda, entre ellos contar con una zona residencial de alta plusvalía.



Por otra parte, el sitio presenta condiciones topográficas, geológicas e hidrológicas adecuadas para el desarrollo del proyecto, ya que las pendientes no son altas y el predio no presenta manifestaciones kársticas como cenotes, cavernas, lagunas interiores, rejolladas ni zonas inundables. Al mismo tiempo, el predio no tiene incidencia en Áreas Naturales Protegidas.

Aunado anterior, el proyecto propuesto permite que se mantenga la biodiversidad de la cuenca hidrológico forestal en la que se encuentra (microcuenca Playa del Carmen), se mitiga el deterioro de la calidad del agua y la disminución de su captación y se mitiga la erosión de los suelos, tal como lo establece el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Lo anterior se evidencia en los análisis descritos en los apartados correspondientes a la justificación técnica, económica y social del presente estudio.

En conclusión, dada las circunstancias ambientales y legales en las que se encuentra el predio propuesto y sus colindancias, así como la congruencia del proyecto con los instrumentos jurídicos que regulan dicha área, se considera que el proyecto es factible a desarrollarse, de tal forma que se logre la máxima conservación posible de los recursos forestales.

### **2.2.3. Selección del sitio**

Para la selección del sitio se localizó un predio que contase con las características ambientales, legales y económicas que permitieran el desarrollo de un conjunto habitacional en la modalidad de venta de lotes particulares orientado a un sector con poder adquisitivo medio y alto, pero con interés de poder tener contacto con la naturaleza.

En este sentido, se seleccionó un predio que se encuentra al interior de un Desarrollo que cuenta con las permisos ambientales y urbanos que le dan la viabilidad al promovente de poder desarrollar su proyecto en los términos esperados. De acuerdo con lo siguiente:

- El 29 de marzo de 2013 se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” (PPDU “el Jesusito”), en un polígono o área de actuación del predio denominado “El Jesusito” con superficie de 409.25 ubicado en el Municipio de Solidaridad en Quintana Roo. Para la conformación de un desarrollo urbano orientado al producto de vivienda media plurifamiliar con servicios, y al producto residencial con campo de golf, así como el equipamiento necesario para su funcionamiento. Distribuidos de la siguiente manera: 91 macrolotes de usos diversos como son, habitacional plurifamiliar, habitacional unifamiliar, mixto y comercial; 6 lotes para donación al municipio; 5 lotes para servicios, además incluirá un campo de golf de 18 hoyos; 2 lotes donde se ubicará la casa club y el taller de mantenimiento del campo de golf, así como las vialidades y áreas verdes. El total de aprovechamiento es de 281.04 ha (69% del total del predio), el 31% restante del predio (128.38 ha) será destinado para su conservación; la densidad máxima aplicable al predio será de 17,167 viviendas (4% por debajo de lo permitido en los ordenamientos aplicables).

A través de este Programa se establecieron las características, distribución de áreas y espacios, proyecto ejecutivo, memorias descriptivas, usos y aprovechamientos de suelo, densidades, coeficientes, planos, imágenes y demás conceptos urbanísticos aplicables (Figura 2. 4).







Figura 2.7. Extracto del oficio resolutivo No. SGPA/DGIRA/DG/09500 páginas 6 y 7.

| No. de lote   | Uso de suelo                          | Superficie Ha | No. de viviendas | Superficie Aprovechable (ha) | Superficie de Conservación (ha) |
|---|---------------------------------------|---------------|------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 47  | Uso habitacional plurifamiliar (HP-2) | 3.36          | 247              | 2.38                         | 0.98                            |
| 48  |                                       | 1.86          | 90               | 1.25                         | 0.61                            |
| 49  |                                       | 2.40          | 198              | 1.71                         | 0.69                            |
| 50  |                                       | 0.40          | 24               | 0.30                         | 0.10                            |
| 51  |                                       | 2.10          | 200              | 1.58                         | 0.53                            |
| 52  |                                       | 3.68          | 297              | 2.76                         | 0.92                            |
| 53  |                                       | 4.22          | 307              | 2.83                         | 1.39                            |
| 54  |                                       | 2.41          | 151              | 1.93                         | 0.48                            |
| Subtotal Uso Habitacional Plurifamiliar (HP-2) vertical |                                       | 20.44         | 1,514            | 14.74                        | 5.70                            |
| 40  | Uso Habitacional Unifamiliar (HU-1)   | 15.34         | 276              | 10.29                        | 5.04                            |
| 41  |                                       | 11.89         | 245              | 7.29                         | 4.61                            |
| 42  |                                       | 12.35         | 255              | 8.29                         | 4.07                            |
| 43  |                                       | 8.91          | 123              | 5.44                         | 3.47                            |
| 44  |                                       | 5.37          | 58               | 3.59                         | 1.77                            |
| 45  |                                       | 7.24          | 136              | 4.35                         | 2.89                            |
| 46  |                                       | 8.46          | 140              | 5.12                         | 3.34                            |
| Subtotal Uso Habitacional Unifamiliar (HU-1)            |                                       | 69.56         | 1,233            | 1,233 44.36                  | 25.20                           |
| Ob 8  | Servicios futuros                     | 0.09          | 0                | 0.09                         | 0.00                            |
| Ob 9  |                                       | 0.25          | 0                | 0.25                         | 0.00                            |
| Ob 10   |                                       | 0.01          | 0                | 0.01                         | 0.00                            |

"Plan Maestro "Ciudad Mayakoba" (antes El Ximbal)  
 Huaribe, S.A. de C.V.  
 Página 6 de 15

| No. de lote           | Uso de suelo               | Superficie Ha | No. de viviendas | Superficie Aprovechable (ha) | Superficie de Conservación (ha) |
|-----------------------|----------------------------|---------------|------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Ob 11                 |                            | 0.01          | 0                | 0.01                         | 0.00                            |
| Ob 12                 |                            | 0.01          | 0                | 0.01                         | 0.00                            |
| Subtotal de Servicios |                            | 0.37          | 0                | 0.37                         | 0.00                            |
| Ob 1 a                | Casa Club                  | 5.73          | 0                | 4.51                         | 1.21                            |
| Ob 1 b                | Casa Muestra               | 0.39          | 0                | 0.31                         | 0.08                            |
| s/n                   | Campo de Golf              | 35.58         | 0                | 24.91                        | 10.68                           |
| s/n                   | Afectaciones (Derecho de v | 0.64          | 0                | 0.64                         | 0.00                            |
| s/n                   | Áreas verdes               | 15.58         | 0                | 2.38                         | 13.21                           |
| s/n                   | Vialidades                 | 12.71         |                  | 9.14                         | 3.57                            |
| Subtotal              |                            | 70.63         | 0                | 41.89                        | 28.74                           |
| <b>Sub Zona IB-1</b>  |                            | <b>161.00</b> | <b>2747</b>      | <b>101.36</b>                | <b>59.63</b>                    |

**Para más detalle de los antecedentes antes citados consultar el Capítulo 3 de este DTU-BP.**



lote, lote 25 fracciones a, b, c, lote 31, lote 32 y lote 33, en la localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, para la realización de proyectos urbanos mediante el reaprovechamiento y relocalización de la densidad, superficie máxima de construcción, COS, CUS e incremento de alturas, procurando en el caso de ser necesario y conforme lo dictamine la Secretaría de Ordenamiento Territorial Municipal y de Sustentabilidad del Municipio de Solidaridad se realicen las obras de mitigación en materia de Infraestructura Vial, Infraestructura Hidráulica, Drenaje y Eléctrica, así como Imagen Urbana.

Cabe señalar que, de igual forma en esta publicación, mediante una nota aclaratoria de Zonificación y dimensiones privativas unifamiliares y plurifamiliares por Macrolote se señala lo siguiente:

*“[...] con referencia a los macrolotes 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54 de la zonificación del proyecto Mayakoba Country Club, el promovente podrá considerar en su proyecto de lotificación el número de lotes particulares para el desarrollo de unidades privativas unifamiliares y plurifamiliares, de acuerdo a lo establecido en los parámetros urbanos definidos para cada macrolote, respetando el uso y densidades establecidos en el oficio número DGIDUMayCC/DDU/SPU/ND-0583/2018 de fecha 28 de marzo de 2018 respecto a la Zonificación y Uso de Suelo para dicho proyecto y publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, con número 78 Extraordinario, el 11 de junio de 2018, en el entendido que, con efectos meramente aclaratorios, el promovente podrá establecer las dimensiones y restricciones que decida para dichos lotes particulares, siempre y cuando no rebase la densidad de vivienda aprobada y la superficie máxima de aprovechamiento ya establecida, y sin que lo anterior se entienda, para todos los efectos legales correspondientes, como modificación o cambio a lo establecido en el oficio descrito, por lo que el mismo deberá seguir teniendo como vigente y con toda la fuerza legal que le corresponde desde la fecha que fue emitido”.*

De acuerdo con lo antes señalado al predio de proyecto Lote 15, no le es aplicable la publicación del Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación Privado para la Relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidad de edificación dentro del Desarrollo denominado “CIUDAD MAYAKOBA”, por lo que el proyecto Senderos Poniente se apega a lo establecido por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” del 10 de marzo de 2016.

- El 22 de junio del 2020, se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo (POE-QRoo) Tomo II, Núm: 81 Extraordinario, Novena Época, el “Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación Privado para la Relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidad de edificación dentro del Desarrollo denominado “CIUDAD MAYAKOBA”, respecto a los lotes ubicados en Carretera Federal 307 Chetumal- Puerto Juárez, Km 298, predio conocido como “EL JESUSITO” de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo”
- A raíz de la publicación antes citada, el 01 de octubre del 2020, se promovió ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT una última modificación al Plan Maestro “Ciudad Mayakoba”, a fin de alinear el macroproyecto al acuerdo publicado en el POE-QRoo el 22 de junio del 2020, siendo autorizada en materia de Impacto Ambiental mediante el oficio SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020

- Con base en lo anterior, se seleccionó para el Proyecto Senderos Poniente el predio identificado con el número Lote 15 al interior del Plan Maestro Ciudad Mayakoba (Figura 2. 9) autorizado en materia de impacto ambiental mediante el Resolutivo no. SGPA/DGIRA/DG/04219 con fecha del 19 de junio de 2013 y sus posteriores modificaciones autorizadas mediante los oficios:
- SGPA/DGIRA/DG/00389 con fecha del 16 de enero del 2014
  - SGPA/DGIRA/DG/05718 del 26 de agosto del 2015
  - SGPA/DGIRA/DG/3246 con fecha del 12 de mayo de 2016
  - SGPA/DGIRA/DG/09500 con fecha del 10 de diciembre de 2018
  - SGPA/DGIRA/DG/04181 con fecha del 17 de septiembre de 2020
  - y SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020

De acuerdo con lo establecido por el PPDU “El Jesusito” y el Oficio resolutivo No. SGPA/DGIRA/DG/03246 con fecha del 12 de mayo de 2016, el Lote 15 (15a, 15b, 15c) cuenta con los siguientes parámetros urbanos aplicables:

- Densidad total de 1,344 viviendas; el total de la densidad se distribuirá entre las tres secciones (a, b y c).
- Coeficiente de ocupación del suelo (COS) no mayor a 50% para la edificación de vivienda.
- Coeficiente de utilización del suelo (CUS) no superior al 2.0.
- Coeficiente de modificación del suelo (CMS) no mayor al 75% del terreno.
- Altura máxima de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo, no debiendo exceder de seis niveles o 24 metros. Para determinar la altura, esta se considera a partir del nivel establecido de la vía pública referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de la cumbrera de techos inclinados o del pretil de azotea en techos planos.
- Número mínimo de cajones de estacionamiento por vivienda igual a 0.75 cajón.
- Las restricciones de estos lotes son: Frontal 6.00 m, lateral 1.50 m de ambos lados y posterior 2.00 m.









## 2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 2.3.1. Descripción gráfica regional

#### 2.3.1.1. Sistema Ambiental Regional

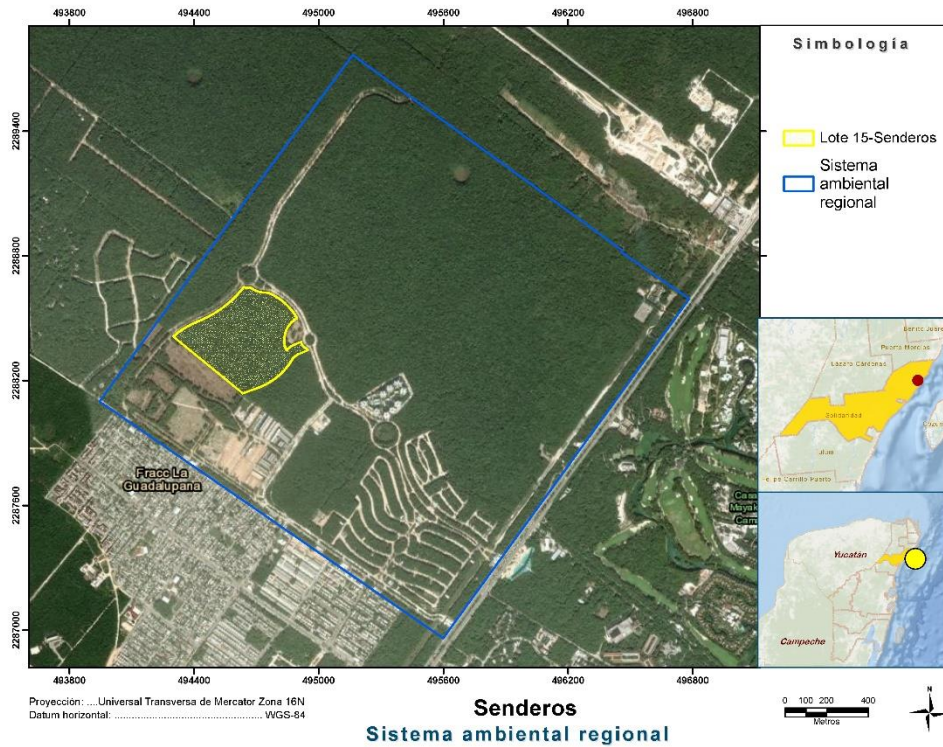
Para determinar los límites del SA del Proyecto se tomaron en consideración los siguientes factores:

- a. Geomorfología y paisaje: Se analizó la geomorfología y los tipos de paisaje para identificar unidades naturales distintivas en la zona donde se ubica el proyecto. Se identificó la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrológico-forestal donde se inserta el proyecto.
- b. Criterios normativos: Se analizaron los diferentes instrumentos jurídicos referentes al ordenamiento del territorio aplicables a la zona, tales como el Plan Parcial de Desarrollo vigente y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local. Autorizaciones en impacto ambiental y materia forestal previas.
- c. Resultados de la caracterización: Se analizaron los resultados de la caracterización ambiental realizada para el macroproyecto “El Ximbal”, y de los resultados observados en campo, así como del análisis de la imagen satelital de Google Earth disponible.
- d. Análisis de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro de la región.

Tomando en consideración lo anterior, se concluye que:

- El polígono del Proyecto (Lote 15) forma parte del predio conocido como el Jesusito;
- Los usos urbanos del Jesusito están regulados por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del mismo nombre;
- El polígono del Proyecto se encuentra dentro de la UGA 14 “Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen”, establecida en el POEL de Solidaridad, con una Política de Aprovechamiento Sustentable;
- El Proyecto se encuentra contemplado dentro de un macroproyecto denominado “Ciudad Mayakoba”, que cuenta con las autorizaciones en materia de impacto ambiental y forestal correspondientes;
- La *zona de influencia directa* del Proyecto se limita a la *superficie de desplante de sus obras*;
- La *zona de influencia indirecta* del Proyecto se extiende a otras áreas dentro del polígono del macroproyecto “Ciudad Mayakoba” pero, no más allá de éste.
- Es así como, el SAR del Proyecto corresponde al predio “El Jesusito” que cuenta con una superficie de 409.25 ha y en donde, se desarrolla el macroproyecto “Ciudad Mayakoba” (Figura 2. 13).

Figura 2. 13. Ubicación del Sistema Ambiental.



## 2.3.2. Representación gráfica local

### 2.3.2.1. Zonificación ambiental del predio

Se realizó una caracterización de las ZID y ZII a partir de consultas bibliográficas y de visitas al área de estudio. A continuación, se presentan las características bióticas y abióticas más importantes del SA, el detalle se puede consultar en el Capítulo 4 del presente DTU-BR.

Se presenta un Clima de tipo AW2 Cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano, una temperatura media anual de 25.7 °C y una precipitación total promedio anual de 1,331.2 mm. Los vientos dominantes provienen del sureste. Se presentan fenómenos naturales característicos de la región tales como ciclones, depresiones y tormentas tropicales.

En la zona de estudio se cuenta con una geología característica de la Península y que corresponde a calizas-coquinas con formaciones kársticas, por lo que no hay presencia de una hidrología superficial. El Predio se localiza en la Región hidrológica RH-32 "Yucatán Norte"

De acuerdo con los estudios realizados, se identificó que tanto en el predio del Proyecto, como en el Sistema Ambiental Regional que lo enmarca, se presenta vegetación característica de la región. El SAR presenta tres tipos de uso de suelo y vegetación, dominada por *Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia*, seguido por *Vegetación secundaria*

arbórea de selva mediana subperennifolia, y en menor proporción se clasifica como de Asentamientos humanos (según clasificación por INEGI,2016<sup>1</sup>).

Figura 2. 14. Distribución de la vegetación en el SA y predio.

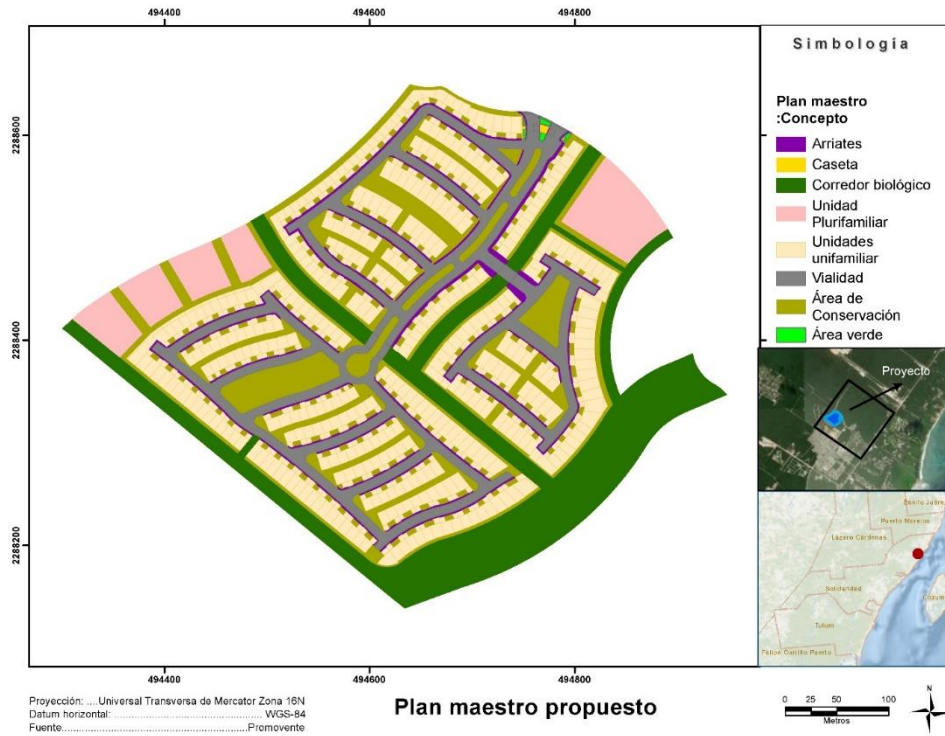


Por otro lado, en el predio del proyecto se observa que el tipo de vegetación corresponde a *Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia* según la clasificación por INEGI,2016. Sin embargo, en campo se observó que la vegetación presente en el predio presenta un grado desarrollo mayor al que establece INEGI, por lo cual se clasificó como *Selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea*.

<sup>1</sup> INEGI, 2016. **Carta de uso de suelo y vegetación.** Serie VI. Conjunto Nacional 2016.



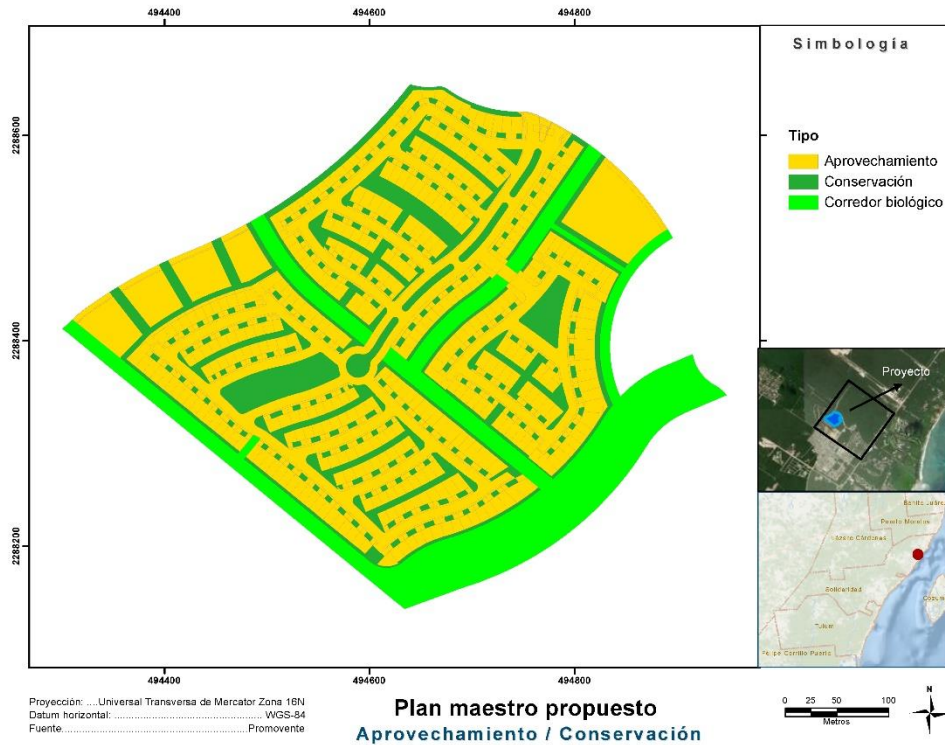
**Figura 2. 15. Plan Maestro del Proyecto sometido al procedimiento de autorización en materia de impacto ambiental.**



Como se observa en la Figura 2. 16, el Proyecto considera una superficie de aprovechamiento del 59% del predio, ocupada principalmente por la superficie aprovechable de los Lotes particulares unifamiliares en un 55%, un 12% de superficie aprovechable de los lotes plurifamiliares, 26% de vialidad, 7% por los arriates; y en menos del 1% por la caseta que ocupa aproximadamente 0.1% y las áreas verdes ajardinadas con aproximadamente 0.2%. En tanto que, el 41% restante se mantendrá como áreas verdes naturales o de conservación, distribuidas en áreas generales dentro del predio (20%), en los lotes plurifamiliares (5%), en los lotes unifamiliares (25%) y como corredor biológico (50%). En la Figura 2. 16 se puede observar con detalle la distribución de las áreas de conservación y aprovechamiento del Proyecto.



Figura 2. 16. Distribución de las superficies de aprovechamiento y conservación del Proyecto.



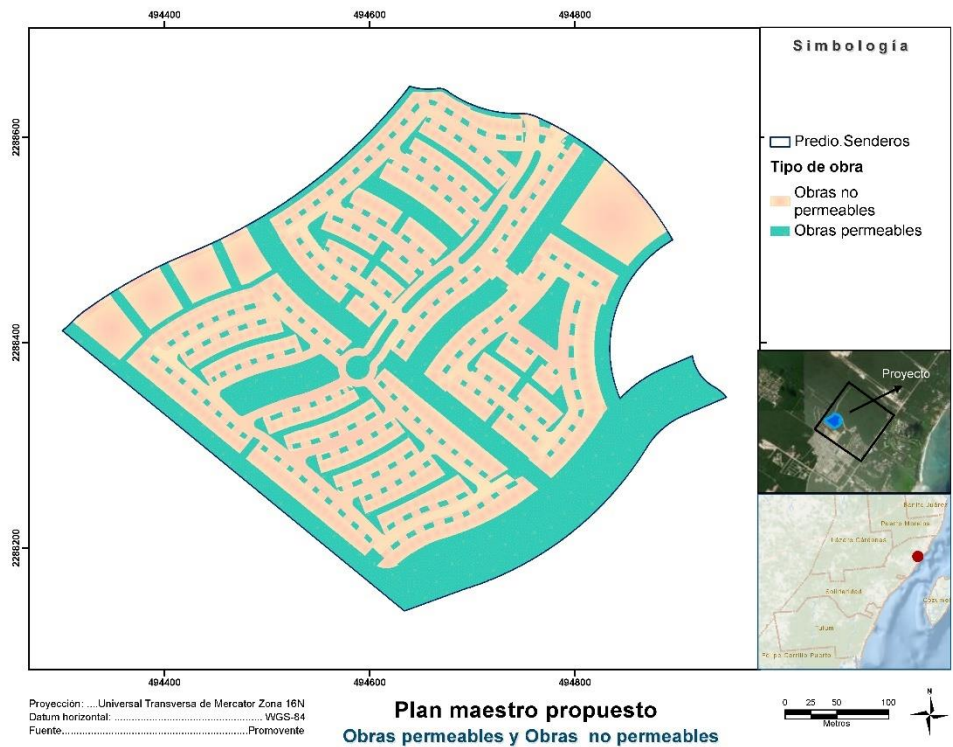
En cumplimiento a las disposiciones establecidas en el POEL Solidaridad vigente, el PPDU “El Jesusito” y la Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Quintana Roo, así como con el objetivo de prevenir y/o mitigar los impactos del Proyecto sobre la hidrología superficial y subterránea de la zona de influencia, el Proyecto dejará el 45% de su superficie como áreas permeables mediante la definición de áreas de conservación en donde se mantendrá la cobertura original del sitio en áreas generales del predio y al interior de los lotes particulares, el establecimiento de áreas verdes tipo ajardinadas y, la conservación del corredor biológico (Tabla 2. 3). La distribución de las áreas permeables y no permeables se muestra en la Figura 2. 17.

Tabla 2. 3. Superficies permeables y no permeables del proyecto.

| Conceptos              | No Permeables  |             | Permeables     |             | Total          |              |
|------------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|--------------|
|                        | m <sup>2</sup> | ha          | m <sup>2</sup> | ha          | m <sup>2</sup> | ha           |
| Área de Conservación   | 0              | 0.00        | 14,396         | 1.44        | 14,396         | 1.44         |
| Área verde             | 0              | 0.00        | 191            | 0.02        | 191            | 0.02         |
| Arriates               | 0              | 0.00        | 7,098          | 0.71        | 7,098          | 0.71         |
| Caseta                 | 121            | 0.01        | 0              | 0.00        | 121            | 0.01         |
| Corredor biológico     | 0              | 0.00        | 36,324         | 3.63        | 36,324         | 3.63         |
| Unidad Plurifamiliar   | 13,212         | 1.32        | 3,412          | 0.34        | 16,623         | 1.66         |
| Unidades unifamiliares | 58,256         | 5.83        | 18,437         | 1.84        | 76,693         | 7.67         |
| Vialidad               | 27,720         | 2.77        | 0              | 0.00        | 27,720         | 2.77         |
| <b>Total general</b>   | <b>99,308</b>  | <b>9.93</b> | <b>79,858</b>  | <b>7.99</b> | <b>179,166</b> | <b>17.92</b> |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

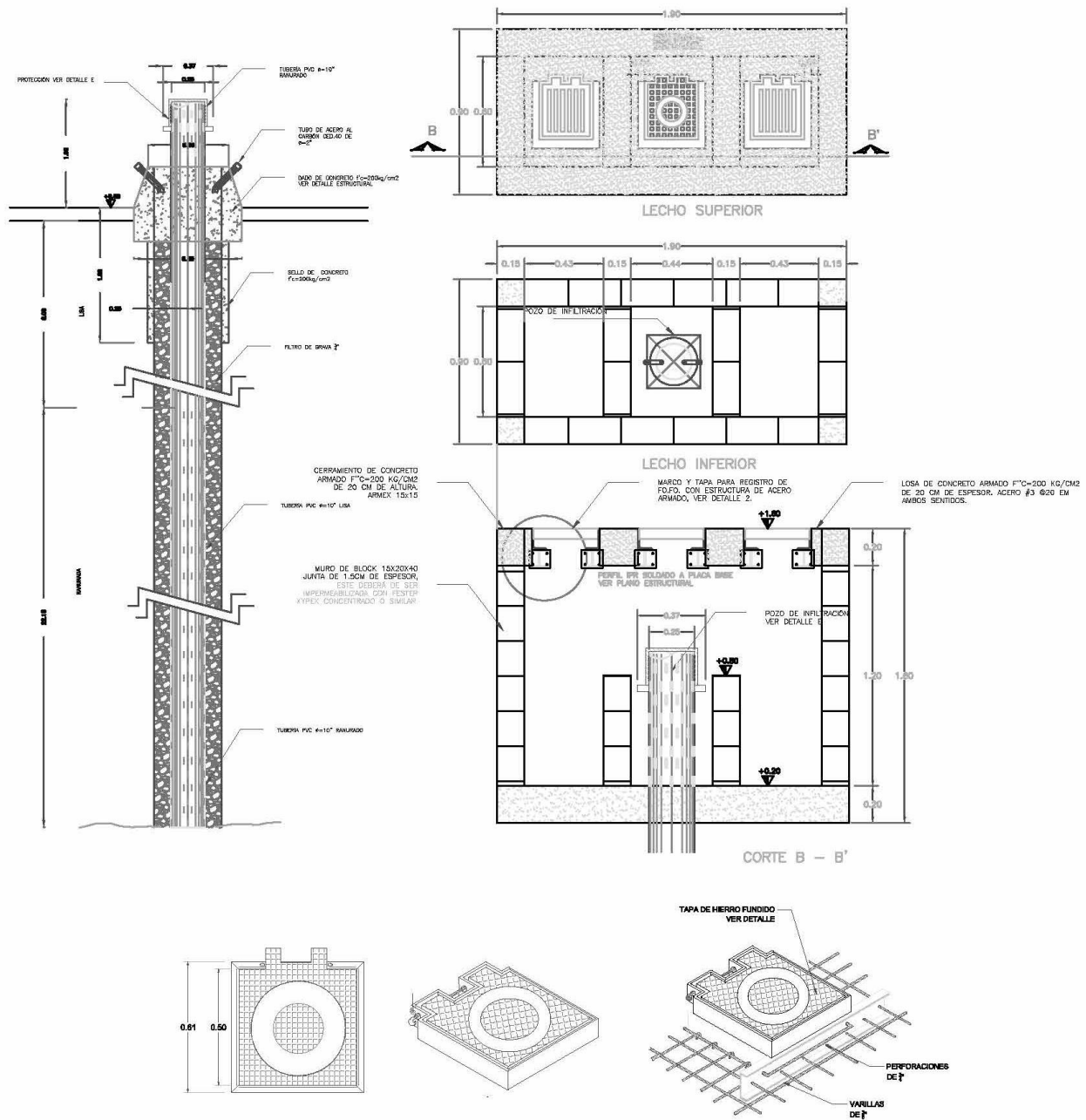
Figura 2. 17. Distribución de las áreas permeables y no permeables el Proyecto.



Así mismo, se considera la instalación de un sistema cuyo diseño garantiza la filtración de las aguas pluviales. El sistema está integrado de la siguiente manera:

Se realizará la perforación de pozos de absorción por medios mecánicos, excavación de terreno natural por medios mecánicos y manuales para construcción de registro de captación de medidas 1.90 x 0.90 exterior y 1.60 mts de profundidad a base de muros de block 15x20x40 cm, piso y losa tapa de concreto  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$  de 20 cm de espesor reforzado con varilla del #3 a cada 20 cm en ambos sentidos, castillos y cerramientos de concreto  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$  reforzados con Armex 15x15, dos rejillas de fo. fo. de 60 x 70 cm y una tapa de fo. fo. de 60 x 70 cm para el mantenimiento o desazolve del pozo, el material producto de la excavación se utiliza para el relleno de zanjas abiertas. En ese sentido, se considera la instalación de un sistema cuyo diseño garantiza la filtración de las aguas pluviales. La ubicación se determina en base al proyecto de rasantes de vialidad, puede variar la separación entre uno y otro hasta 100 metros.

Figura 2. 18. Diseño del sistema de filtración pluvial (para mayor detalle consultar Anexo 2.1)

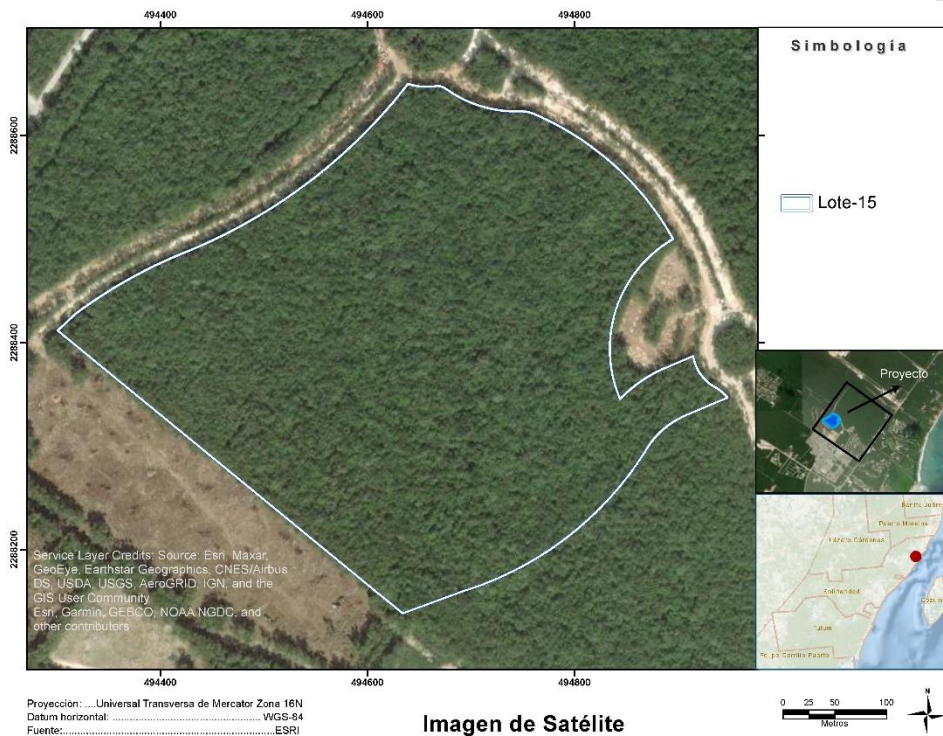


### 2.3.3. Uso actual del suelo

Actualmente el predio se considera un área forestal, aunque se ubica en una reserva urbana de crecimiento, de la cual se establece, derivado del POEL, que deberá mantener su vegetación original en tanto no se realicen los desarrollos urbanos contemplados.

Lo anterior se ha cumplido a cabalidad, toda vez que, actualmente, el predio cuenta con selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea.

Figura 2. 19. Condiciones actuales del predio del Proyecto.



Por otro lado, de acuerdo con el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” así como en lo establecido en la Autorización de Impacto Ambiental mediante el oficio SGPA/DGIRA/DG/04219 con fecha del 21 de junio de 2013, y sus posteriores modificaciones autorizadas a través de los oficios SGPA/DGIRA/DG/00389, SGPA/DGIRA/DG/05718, SGPA/DGIRA/DG/3246, SGPA/DGIRA/DG/09500, SGPA/DGIRA/DG/04181 y SGPA/DGIRA/DG/04903, el predio del Proyecto se ubica al interior del Lote 15 de “Ciudad Mayakoba”, como se muestra en la Figura 2. 20.







## 2.4. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

### 2.4.1. Superficie sometida a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos forestales

De acuerdo con la Fracción VI del Artículo 7, el *Cambio de uso de suelo en terrenos forestales* corresponde a:

*“La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;”*

Asimismo, de acuerdo con la Fracción LXXI del Artículo 7, un Terreno forestal se define de la siguiente manera:

*“Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;”*

Por otro lado, de acuerdo con la Fracción LXXX del Artículo 7 la *Vegetación forestal* se define de la siguiente manera:

*“Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;”*

Conforme a lo antes señalado el predio del proyecto Senderos Poniente está cubierto en su totalidad por vegetación de *selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea* (Capítulo 4), la cual corresponde a un tipo de *Vegetación forestal* de acuerdo con la Fracción LXXX del Artículo 7, por lo que el predio del Proyecto corresponde a un *Terreno Forestal* en términos de la Fracción LXXI del Artículo 7. En ese sentido, el Proyecto requiere la autorización en materia de impacto ambiental y forestal para del cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) para el aprovechamiento de 10.66 ha en áreas de *selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea* en el Lote 15 que consta de una superficie de 17.92 ha, dejando el 7.26 ha de este tipo de cobertura vegetal como áreas de conservación (Tabla 2. 5 y Figura 2. 22); en congruencia con el Artículo 28 fracciones VII y IX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Artículo 93 de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y con base en el *ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan.*

**Tabla 2. 5. Superficies de CUSTF y Conservación con respecto a los tipos de vegetación del Lote 15.**

| Concepto  | Tipo de vegetación  | ha           | %           |
|---|---|--------------|-------------|
| Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (aprovechamiento) | selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea | 10.66        | 59%         |
| Conservación  | selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea | 3.62         | 20%         |
| Corredor biológico (conservación)                               | selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea | 3.63         | 21%         |
| <b>Total</b>  |   | <b>17.92</b> | <b>100%</b> |



Nota: pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

A continuación, en la siguiente tabla se presentan las características del polígono a someter a CUSTF.

Tabla 2. 6. Polígono sujeto al cambio de uso de suelo.

| No. | Nombre del Propietario | Superficie total de la propiedad (has) | Superficie sujeta a CUSTF (has) | Régimen de propiedad | Tipo de documento legal | Municipio   | Tipo(s) de vegetación   | Afectación temporal o permanente/con o sin sellamiento de suelo                  |
|-----|------------------------|--|---------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------|---|--|
| 1   | [REDACTED]             | 17.92                                  | 10.66                           | Privada              | Título de propiedad     | Solidaridad | selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea | Afectación permanente, con sellamiento de suelo de 9.93 ha (áreas no permeables) |

En el Anexo 2.5, se presenta la lista de coordenadas correspondientes al cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Figura 2. 22. Distribución de las superficies de aprovechamiento por tipo de vegetación presente en el predio del Proyecto.



## 2.4.2. Obras del Proyecto

### 2.4.2.1. Lotes Unifamiliares y plurifamiliares

El Proyecto contempla una superficie total de 7.67 ha para el desarrollo de unidades privativas unifamiliares y 1.66 ha para unidades plurifamiliares. Se contempla el establecimiento de 385 lotes residenciales unifamiliares con superficies de entre 159.96 m<sup>2</sup> a los 401.55 m<sup>2</sup> cada uno. Asimismo, se contemplan 5 lotes plurifamiliares con superficies de entre 2,232.68 a 6,272.91 m<sup>2</sup> para el desarrollo de un máximo de 156 departamentos.

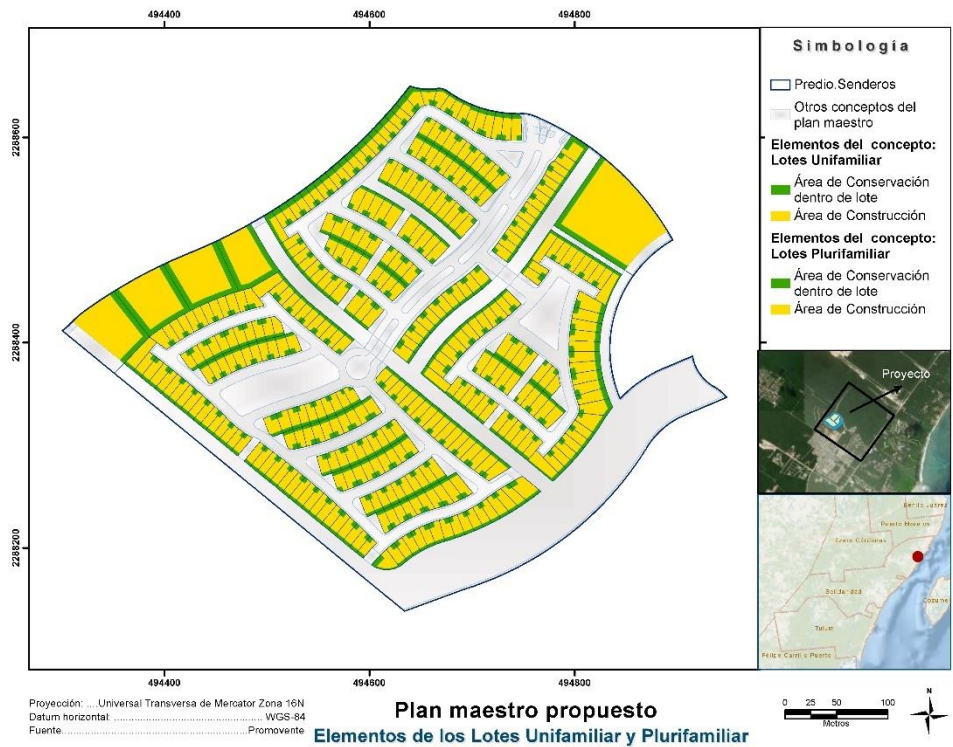
El diseño de las unidades privativas en los lotes particulares (unifamiliares y plurifamiliares) correrá a cargo de cada propietario y se deberá apegar a los criterios urbanos y ambientales establecidos en el “Reglamento de Construcción en el cual se establecen las restricciones que los compradores de los lotes deberán respetar. Este Reglamento se encuentra como **ANEXO 2.2** del presente DTU-BR.

De acuerdo con lo anterior, se resalta que, el COS para cada uno de los lotes no será superior de 0.50, es decir, del 50% del área de cada lote; en tanto que, el CUS no excederá el 200% de la superficie de cada lote (factor 2.0)

En este sentido, cada Lote estará integrado por un área de conservación y/o de restricción; un área con potencial de aprovechamiento que, corresponde al área establecida para la construcción de las viviendas unifamiliares y plurifamiliares. En el Anexo Cartográfico digital que acompaña a este Documento Técnico se puede consultar con detalle las áreas de conservación que se encontrarán al interior de cada lote particular.

El acceso a los lotes se realizará desde la vialidad principal. El abastecimiento de servicios a los lotes se realizará a través de las obras de equipamiento considerados por el Proyecto, quedando todas las instalaciones a pie de lote para que, posteriormente, cada promovente de proyecto establezca la distribución al interior del lote, conforme a las necesidades de cada proyecto

Figura 2. 23. Distribución de las áreas de aprovechamiento y conservación al interior de los lotes particulares.



El área determinada para la conformación de la Lotificación contará con un potencial de aprovechamiento de hasta 5.83 ha para el desarrollo de viviendas unifamiliares y de 1.32 ha como unidades plurifamiliares. La superficie de conservación determinada en esta Lotificación será de 1.84 ha para las unidades unifamiliares y 0.34 ha para las unidades plurifamiliares. Las áreas de conservación serán definidas como áreas de restricción en atención a los Parámetros Urbanos aplicables.

Cabe resaltar que las superficies de aprovechamiento, conservación pueden variar entre cada lote, sin embargo, deberán ajustarse a lo establecido en el “Reglamento de imagen y construcción para lotes unifamiliares horizontal del Proyecto”.

Para mayor detalle de la distribución de superficies de los lotes unifamiliares, en la siguiente Tabla 2. 7, se presenta el resumen de superficies por lote.

Tabla 2. 7. Resumen de superficies por lote particular de las unidades unifamiliares.

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15a     | Unifamiliar | 1               | 293.43                            | 92.87                          | 386.30                          | 193.15    | 772.60     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 2               | 300.32                            | 85.02                          | 385.34                          | 192.67    | 770.68     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 3               | 294.95                            | 72.13                          | 367.08                          | 183.54    | 734.17     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 4               | 276.32                            | 71.47                          | 347.79                          | 173.89    | 695.58     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 5               | 259.96                            | 79.31                          | 339.27                          | 169.63    | 678.53     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 6               | 253.78                            | 75.63                          | 329.40                          | 164.70    | 658.81     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 7               | 236.93                            | 71.29                          | 308.22                          | 154.11    | 616.45     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 8               | 228.10                            | 76.61                          | 304.71                          | 152.36    | 609.43     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 9               | 224.83                            | 74.91                          | 299.73                          | 149.87    | 599.46     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 10              | 224.27                            | 75.41                          | 299.68                          | 149.84    | 599.36     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 11              | 224.27                            | 75.40                          | 299.67                          | 149.84    | 599.35     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 12              | 224.76                            | 74.85                          | 299.61                          | 149.81    | 599.23     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 13              | 224.77                            | 74.84                          | 299.61                          | 149.80    | 599.21     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 14              | 224.23                            | 75.35                          | 299.58                          | 149.79    | 599.16     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 15              | 224.77                            | 74.80                          | 299.57                          | 149.79    | 599.15     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 16              | 224.77                            | 74.79                          | 299.56                          | 149.78    | 599.13     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 17              | 196.74                            | 53.07                          | 249.82                          | 124.91    | 499.64     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 18              | 188.81                            | 51.26                          | 240.07                          | 120.04    | 480.15     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 19              | 182.36                            | 48.21                          | 230.56                          | 115.28    | 461.13     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 20              | 182.41                            | 48.08                          | 230.49                          | 115.25    | 460.99     | 1                    | 3 niveles o 10 m |



| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15a     | Unifamiliar | 42              | 155.62                            | 41.37                          | 196.99                          | 98.50     | 393.98     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 43              | 155.62                            | 41.37                          | 196.99                          | 98.49     | 393.98     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 44              | 155.54                            | 41.42                          | 196.96                          | 98.48     | 393.92     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 45              | 155.55                            | 41.40                          | 196.95                          | 98.48     | 393.90     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 46              | 155.59                            | 41.34                          | 196.94                          | 98.47     | 393.87     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 47              | 155.60                            | 41.33                          | 196.93                          | 98.46     | 393.86     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 48              | 156.60                            | 40.02                          | 196.62                          | 98.31     | 393.25     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 49              | 148.58                            | 47.93                          | 196.50                          | 98.25     | 393.01     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 50              | 155.22                            | 39.01                          | 194.24                          | 97.12     | 388.47     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 51              | 153.64                            | 40.54                          | 194.18                          | 97.09     | 388.35     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 52              | 155.44                            | 38.01                          | 193.45                          | 96.73     | 386.91     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 53              | 153.52                            | 38.69                          | 192.21                          | 96.10     | 384.41     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 54              | 153.42                            | 38.79                          | 192.21                          | 96.10     | 384.41     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 55              | 153.53                            | 38.68                          | 192.20                          | 96.10     | 384.41     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 56              | 153.42                            | 38.78                          | 192.20                          | 96.10     | 384.40     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 57              | 153.31                            | 38.89                          | 192.20                          | 96.10     | 384.40     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 58              | 153.32                            | 38.88                          | 192.20                          | 96.10     | 384.40     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 59              | 153.21                            | 38.99                          | 192.20                          | 96.10     | 384.40     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 60              | 153.20                            | 38.99                          | 192.20                          | 96.10     | 384.40     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 61              | 148.86                            | 40.42                          | 189.28                          | 94.64     | 378.56     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15a     | Unifamiliar | 62              | 142.08                            | 46.36                          | 188.44                          | 94.22     | 376.89     | 1                    | 3 niveles o 10 m |



| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15b     | Unifamiliar | 84              | 196.29                            | 47.40                          | 243.69                          | 121.84    | 487.38     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 85              | 188.28                            | 49.73                          | 238.02                          | 119.01    | 476.03     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 86              | 171.66                            | 64.54                          | 236.20                          | 118.10    | 472.40     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 87              | 185.23                            | 50.72                          | 235.95                          | 117.98    | 471.91     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 88              | 171.28                            | 64.44                          | 235.72                          | 117.86    | 471.45     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 89              | 166.65                            | 68.15                          | 234.80                          | 117.40    | 469.59     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 90              | 169.42                            | 62.85                          | 232.27                          | 116.13    | 464.54     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 91              | 183.29                            | 48.16                          | 231.45                          | 115.73    | 462.91     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 92              | 177.43                            | 53.88                          | 231.31                          | 115.65    | 462.62     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 93              | 183.40                            | 47.03                          | 230.43                          | 115.21    | 460.86     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 94              | 163.71                            | 66.05                          | 229.76                          | 114.88    | 459.52     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 95              | 181.44                            | 47.87                          | 229.32                          | 114.66    | 458.64     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 96              | 162.73                            | 65.01                          | 227.74                          | 113.87    | 455.47     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 97              | 161.83                            | 53.77                          | 215.60                          | 107.80    | 431.20     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 98              | 150.05                            | 64.79                          | 214.85                          | 107.42    | 429.69     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 99              | 123.57                            | 90.62                          | 214.19                          | 107.10    | 428.38     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 100             | 151.42                            | 59.30                          | 210.72                          | 105.36    | 421.43     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 101             | 168.85                            | 41.44                          | 210.29                          | 105.14    | 420.58     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 102             | 168.85                            | 41.44                          | 210.29                          | 105.14    | 420.57     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 103             | 168.84                            | 41.43                          | 210.27                          | 105.14    | 420.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 104             | 152.55                            | 57.66                          | 210.21                          | 105.11    | 420.42     | 1                    | 3 niveles o 10 m |



| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15b     | Unifamiliar | 105             | 165.53                            | 41.77                          | 207.30                          | 103.65    | 414.61     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 106             | 165.43                            | 41.86                          | 207.29                          | 103.65    | 414.59     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 107             | 165.50                            | 41.80                          | 207.29                          | 103.65    | 414.59     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 108             | 165.24                            | 42.03                          | 207.28                          | 103.64    | 414.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 109             | 165.21                            | 42.06                          | 207.26                          | 103.63    | 414.53     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 110             | 165.34                            | 41.91                          | 207.25                          | 103.62    | 414.49     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 111             | 165.28                            | 41.97                          | 207.24                          | 103.62    | 414.49     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 112             | 165.29                            | 41.91                          | 207.20                          | 103.60    | 414.40     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 113             | 165.27                            | 41.91                          | 207.18                          | 103.59    | 414.36     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 114             | 165.27                            | 41.90                          | 207.17                          | 103.59    | 414.35     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 115             | 142.49                            | 59.03                          | 201.52                          | 100.76    | 403.03     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 116             | 147.41                            | 50.01                          | 197.41                          | 98.71     | 394.83     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 117             | 145.31                            | 51.66                          | 196.97                          | 98.49     | 393.95     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 118             | 147.71                            | 46.91                          | 194.62                          | 97.31     | 389.23     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 119             | 125.02                            | 69.28                          | 194.30                          | 97.15     | 388.60     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 120             | 141.23                            | 52.36                          | 193.58                          | 96.79     | 387.16     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 121             | 143.81                            | 49.54                          | 193.35                          | 96.68     | 386.70     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 122             | 128.43                            | 62.82                          | 191.25                          | 95.62     | 382.50     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 123             | 140.09                            | 50.36                          | 190.45                          | 95.22     | 380.90     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 124             | 139.37                            | 49.10                          | 188.47                          | 94.24     | 376.95     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 125             | 145.64                            | 42.48                          | 188.12                          | 94.06     | 376.25     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15b     | Unifamiliar | 126             | 138.91                            | 48.30                          | 187.21                          | 93.61     | 374.43     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 127             | 138.02                            | 49.12                          | 187.14                          | 93.57     | 374.27     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 128             | 138.29                            | 48.82                          | 187.11                          | 93.55     | 374.22     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 129             | 138.29                            | 48.72                          | 187.01                          | 93.50     | 374.02     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 130             | 138.32                            | 48.68                          | 187.00                          | 93.50     | 374.00     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 131             | 137.96                            | 48.38                          | 186.34                          | 93.17     | 372.69     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 132             | 134.49                            | 43.98                          | 178.48                          | 89.24     | 356.95     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 133             | 133.27                            | 45.19                          | 178.46                          | 89.23     | 356.91     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 134             | 133.27                            | 45.12                          | 178.38                          | 89.19     | 356.77     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 135             | 133.27                            | 45.11                          | 178.38                          | 89.19     | 356.76     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 136             | 133.34                            | 44.98                          | 178.32                          | 89.16     | 356.63     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 137             | 133.35                            | 44.97                          | 178.32                          | 89.16     | 356.63     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 138             | 133.35                            | 44.97                          | 178.32                          | 89.16     | 356.63     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 139             | 133.35                            | 44.96                          | 178.31                          | 89.16     | 356.62     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 140             | 133.21                            | 45.05                          | 178.26                          | 89.13     | 356.53     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 141             | 133.23                            | 45.02                          | 178.25                          | 89.13     | 356.50     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 142             | 135.75                            | 40.59                          | 176.34                          | 88.17     | 352.68     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 143             | 132.72                            | 42.28                          | 175.00                          | 87.50     | 350.00     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 144             | 132.70                            | 42.00                          | 174.71                          | 87.35     | 349.41     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 145             | 131.97                            | 42.12                          | 174.09                          | 87.04     | 348.18     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 146             | 131.86                            | 41.90                          | 173.76                          | 86.88     | 347.52     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15b     | Unifamiliar | 147             | 131.83                            | 41.92                          | 173.75                          | 86.88     | 347.50     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 148             | 131.23                            | 41.68                          | 172.91                          | 86.45     | 345.82     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 149             | 126.16                            | 46.25                          | 172.41                          | 86.21     | 344.82     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 150             | 130.62                            | 41.66                          | 172.28                          | 86.14     | 344.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 151             | 130.83                            | 41.42                          | 172.25                          | 86.12     | 344.49     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 152             | 130.77                            | 41.46                          | 172.23                          | 86.11     | 344.46     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 153             | 130.68                            | 41.52                          | 172.19                          | 86.10     | 344.39     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 154             | 130.73                            | 41.44                          | 172.17                          | 86.09     | 344.35     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 155             | 131.66                            | 39.34                          | 171.00                          | 85.50     | 341.99     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 156             | 129.37                            | 41.60                          | 170.97                          | 85.48     | 341.93     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 157             | 126.51                            | 44.42                          | 170.94                          | 85.47     | 341.88     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 158             | 129.96                            | 40.39                          | 170.34                          | 85.17     | 340.69     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 159             | 129.32                            | 40.78                          | 170.10                          | 85.05     | 340.20     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 160             | 125.93                            | 43.88                          | 169.81                          | 84.90     | 339.62     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 161             | 125.62                            | 43.31                          | 168.93                          | 84.46     | 337.86     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 162             | 128.37                            | 40.45                          | 168.82                          | 84.41     | 337.63     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 163             | 128.39                            | 40.41                          | 168.80                          | 84.40     | 337.61     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 164             | 128.29                            | 40.49                          | 168.77                          | 84.39     | 337.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 165             | 128.30                            | 40.47                          | 168.77                          | 84.39     | 337.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 166             | 128.29                            | 40.48                          | 168.77                          | 84.39     | 337.54     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 167             | 128.31                            | 40.46                          | 168.77                          | 84.39     | 337.54     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15b     | Unifamiliar | 168             | 128.35                            | 40.41                          | 168.76                          | 84.38     | 337.52     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 169             | 128.36                            | 40.40                          | 168.76                          | 84.38     | 337.52     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 170             | 128.35                            | 40.41                          | 168.76                          | 84.38     | 337.52     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 171             | 103.17                            | 65.51                          | 168.68                          | 84.34     | 337.35     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 172             | 129.14                            | 39.45                          | 168.59                          | 84.29     | 337.18     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 173             | 126.72                            | 41.57                          | 168.29                          | 84.15     | 336.59     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 174             | 125.25                            | 43.03                          | 168.28                          | 84.14     | 336.56     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 175             | 125.00                            | 42.89                          | 167.89                          | 83.95     | 335.78     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 176             | 125.29                            | 42.52                          | 167.81                          | 83.90     | 335.62     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 177             | 125.25                            | 42.52                          | 167.77                          | 83.89     | 335.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 178             | 125.10                            | 42.63                          | 167.74                          | 83.87     | 335.48     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 179             | 125.09                            | 42.58                          | 167.67                          | 83.83     | 335.33     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 180             | 102.63                            | 64.79                          | 167.42                          | 83.71     | 334.85     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 181             | 102.31                            | 64.97                          | 167.29                          | 83.64     | 334.58     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 182             | 102.48                            | 64.80                          | 167.28                          | 83.64     | 334.56     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 183             | 102.48                            | 64.79                          | 167.28                          | 83.64     | 334.56     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 184             | 102.48                            | 64.80                          | 167.28                          | 83.64     | 334.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 185             | 102.48                            | 64.80                          | 167.28                          | 83.64     | 334.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 186             | 102.48                            | 64.79                          | 167.27                          | 83.64     | 334.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 187             | 102.43                            | 64.84                          | 167.27                          | 83.64     | 334.54     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 188             | 102.54                            | 64.71                          | 167.26                          | 83.63     | 334.51     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15b     | Unifamiliar | 189             | 102.54                            | 64.71                          | 167.25                          | 83.63     | 334.51     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 190             | 102.53                            | 64.72                          | 167.25                          | 83.63     | 334.51     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 191             | 102.59                            | 64.67                          | 167.25                          | 83.63     | 334.50     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 192             | 102.54                            | 64.71                          | 167.25                          | 83.63     | 334.50     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 193             | 102.53                            | 64.72                          | 167.25                          | 83.62     | 334.49     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 194             | 102.48                            | 64.76                          | 167.25                          | 83.62     | 334.49     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 195             | 102.52                            | 64.72                          | 167.24                          | 83.62     | 334.48     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 196             | 102.47                            | 64.75                          | 167.22                          | 83.61     | 334.43     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 197             | 102.45                            | 64.76                          | 167.21                          | 83.60     | 334.42     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 198             | 101.85                            | 64.01                          | 165.85                          | 82.93     | 331.71     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 199             | 123.94                            | 40.55                          | 164.48                          | 82.24     | 328.97     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 200             | 110.98                            | 51.94                          | 162.92                          | 81.46     | 325.84     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 201             | 117.54                            | 45.33                          | 162.87                          | 81.44     | 325.74     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 202             | 119.60                            | 42.40                          | 162.00                          | 81.00     | 323.99     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 203             | 122.74                            | 38.85                          | 161.59                          | 80.79     | 323.17     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 204             | 115.27                            | 45.26                          | 160.53                          | 80.27     | 321.06     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 205             | 121.08                            | 39.05                          | 160.13                          | 80.06     | 320.26     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 206             | 120.83                            | 39.29                          | 160.12                          | 80.06     | 320.24     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 207             | 121.09                            | 39.03                          | 160.12                          | 80.06     | 320.24     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 208             | 120.83                            | 39.29                          | 160.12                          | 80.06     | 320.24     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15b     | Unifamiliar | 209             | 121.10                            | 39.02                          | 160.12                          | 80.06     | 320.24     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15b     | Unifamiliar | 210             | 121.08                            | 38.88                          | 159.96                          | 79.98     | 319.92     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 211             | 290.12                            | 87.24                          | 377.37                          | 188.68    | 754.73     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 212             | 338.57                            | 35.49                          | 374.06                          | 187.03    | 748.12     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 213             | 333.52                            | 26.94                          | 360.45                          | 180.23    | 720.90     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 214             | 199.35                            | 98.71                          | 298.05                          | 149.03    | 596.11     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 215             | 210.22                            | 60.53                          | 270.75                          | 135.37    | 541.49     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 216             | 203.78                            | 55.12                          | 258.91                          | 129.45    | 517.82     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 217             | 185.94                            | 64.88                          | 250.82                          | 125.41    | 501.64     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 218             | 188.41                            | 52.41                          | 240.81                          | 120.41    | 481.63     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 219             | 188.26                            | 48.59                          | 236.85                          | 118.42    | 473.69     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 220             | 185.77                            | 48.67                          | 234.44                          | 117.22    | 468.88     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 221             | 184.94                            | 48.45                          | 233.40                          | 116.70    | 466.79     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 222             | 184.60                            | 47.10                          | 231.69                          | 115.85    | 463.39     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 223             | 183.41                            | 48.15                          | 231.56                          | 115.78    | 463.12     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 224             | 180.63                            | 47.90                          | 228.53                          | 114.26    | 457.06     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 225             | 211.09                            | 17.13                          | 228.22                          | 114.11    | 456.44     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 226             | 168.99                            | 57.78                          | 226.77                          | 113.38    | 453.54     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 227             | 192.05                            | 34.01                          | 226.06                          | 113.03    | 452.12     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 228             | 163.52                            | 60.59                          | 224.12                          | 112.06    | 448.23     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 229             | 176.68                            | 47.01                          | 223.69                          | 111.85    | 447.38     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 230             | 174.86                            | 47.01                          | 221.86                          | 110.93    | 443.73     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15c     | Unifamiliar | 231             | 160.25                            | 60.43                          | 220.68                          | 110.34    | 441.36     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 232             | 172.55                            | 47.12                          | 219.66                          | 109.83    | 439.33     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 233             | 168.93                            | 49.18                          | 218.11                          | 109.05    | 436.22     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 234             | 160.40                            | 56.77                          | 217.17                          | 108.58    | 434.33     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 235             | 169.18                            | 45.60                          | 214.78                          | 107.39    | 429.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 236             | 167.21                            | 46.85                          | 214.05                          | 107.03    | 428.11     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 237             | 155.17                            | 58.45                          | 213.62                          | 106.81    | 427.24     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 238             | 166.10                            | 43.91                          | 210.01                          | 105.00    | 420.01     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 239             | 155.28                            | 53.76                          | 209.05                          | 104.52    | 418.09     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 240             | 151.93                            | 56.88                          | 208.81                          | 104.40    | 417.61     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 241             | 169.52                            | 39.01                          | 208.53                          | 104.26    | 417.05     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 242             | 161.87                            | 46.59                          | 208.46                          | 104.23    | 416.91     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 243             | 153.86                            | 54.37                          | 208.22                          | 104.11    | 416.45     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 244             | 169.19                            | 38.99                          | 208.17                          | 104.09    | 416.34     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 245             | 169.11                            | 39.03                          | 208.13                          | 104.07    | 416.27     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 246             | 168.20                            | 38.99                          | 207.19                          | 103.60    | 414.39     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 247             | 166.78                            | 39.11                          | 205.89                          | 102.95    | 411.78     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 248             | 152.70                            | 53.12                          | 205.83                          | 102.91    | 411.65     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 249             | 148.07                            | 55.86                          | 203.93                          | 101.97    | 407.87     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 250             | 164.69                            | 38.99                          | 203.68                          | 101.84    | 407.35     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 251             | 159.54                            | 44.10                          | 203.65                          | 101.82    | 407.30     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15c     | Unifamiliar | 252             | 159.53                            | 43.93                          | 203.46                          | 101.73    | 406.92     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 253             | 164.28                            | 39.12                          | 203.40                          | 101.70    | 406.79     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 254             | 159.02                            | 44.04                          | 203.06                          | 101.53    | 406.13     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 255             | 164.00                            | 39.01                          | 203.01                          | 101.51    | 406.02     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 256             | 152.10                            | 50.53                          | 202.63                          | 101.31    | 405.25     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 257             | 146.71                            | 55.61                          | 202.32                          | 101.16    | 404.64     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 258             | 155.87                            | 46.24                          | 202.10                          | 101.05    | 404.21     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 259             | 162.88                            | 39.05                          | 201.93                          | 100.97    | 403.86     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 260             | 162.91                            | 39.02                          | 201.92                          | 100.96    | 403.85     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 261             | 145.60                            | 54.93                          | 200.53                          | 100.27    | 401.06     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 262             | 161.35                            | 39.06                          | 200.41                          | 100.21    | 400.83     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 263             | 161.18                            | 39.05                          | 200.22                          | 100.11    | 400.45     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 264             | 160.90                            | 39.12                          | 200.02                          | 100.01    | 400.04     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 265             | 160.47                            | 39.01                          | 199.47                          | 99.74     | 398.95     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 266             | 160.42                            | 38.98                          | 199.39                          | 99.70     | 398.79     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 267             | 159.68                            | 39.03                          | 198.71                          | 99.36     | 397.43     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 268             | 159.17                            | 39.07                          | 198.24                          | 99.12     | 396.48     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 269             | 158.97                            | 39.03                          | 197.99                          | 99.00     | 395.99     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 270             | 158.73                            | 39.09                          | 197.82                          | 98.91     | 395.65     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 271             | 157.02                            | 38.90                          | 195.93                          | 97.96     | 391.85     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 272             | 147.13                            | 48.57                          | 195.70                          | 97.85     | 391.40     | 1                    | 3 niveles o 10 m |



| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15c     | Unifamiliar | 273             | 156.41                            | 39.08                          | 195.48                          | 97.74     | 390.97     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 274             | 156.14                            | 38.91                          | 195.06                          | 97.53     | 390.11     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 275             | 148.57                            | 46.22                          | 194.79                          | 97.39     | 389.58     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 276             | 147.87                            | 46.30                          | 194.17                          | 97.09     | 388.35     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 277             | 150.03                            | 43.62                          | 193.65                          | 96.82     | 387.30     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 278             | 145.34                            | 47.53                          | 192.87                          | 96.43     | 385.74     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 279             | 153.27                            | 39.00                          | 192.27                          | 96.14     | 384.54     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 280             | 150.38                            | 41.18                          | 191.56                          | 95.78     | 383.12     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 281             | 140.96                            | 50.56                          | 191.52                          | 95.76     | 383.04     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 282             | 138.46                            | 52.81                          | 191.27                          | 95.63     | 382.54     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 283             | 151.90                            | 39.05                          | 190.95                          | 95.48     | 381.91     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 284             | 131.77                            | 58.70                          | 190.47                          | 95.23     | 380.93     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 285             | 138.58                            | 51.53                          | 190.11                          | 95.06     | 380.22     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 286             | 149.85                            | 38.94                          | 188.79                          | 94.39     | 377.57     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 287             | 140.89                            | 47.81                          | 188.71                          | 94.35     | 377.42     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 288             | 139.96                            | 48.75                          | 188.70                          | 94.35     | 377.40     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 289             | 138.29                            | 49.31                          | 187.60                          | 93.80     | 375.20     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 290             | 138.29                            | 49.30                          | 187.58                          | 93.79     | 375.16     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 291             | 139.46                            | 47.54                          | 186.99                          | 93.50     | 373.99     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 292             | 139.41                            | 47.54                          | 186.95                          | 93.48     | 373.90     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 293             | 143.42                            | 43.41                          | 186.83                          | 93.42     | 373.67     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15c     | Unifamiliar | 294             | 136.39                            | 50.42                          | 186.80                          | 93.40     | 373.61     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 295             | 141.02                            | 45.77                          | 186.79                          | 93.39     | 373.58     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 296             | 139.11                            | 47.64                          | 186.75                          | 93.37     | 373.50     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 297             | 166.46                            | 20.19                          | 186.64                          | 93.32     | 373.29     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 298             | 136.15                            | 50.47                          | 186.62                          | 93.31     | 373.24     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 299             | 166.40                            | 20.17                          | 186.57                          | 93.28     | 373.13     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 300             | 138.88                            | 47.42                          | 186.29                          | 93.15     | 372.59     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 301             | 137.35                            | 48.60                          | 185.95                          | 92.97     | 371.90     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 302             | 143.90                            | 41.61                          | 185.50                          | 92.75     | 371.00     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 303             | 135.01                            | 50.39                          | 185.40                          | 92.70     | 370.80     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 304             | 134.80                            | 50.58                          | 185.37                          | 92.69     | 370.75     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 305             | 135.17                            | 50.21                          | 185.37                          | 92.69     | 370.75     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 306             | 136.26                            | 49.04                          | 185.31                          | 92.65     | 370.61     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 307             | 135.28                            | 50.01                          | 185.29                          | 92.65     | 370.59     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 308             | 135.31                            | 49.98                          | 185.29                          | 92.64     | 370.58     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 309             | 136.22                            | 49.07                          | 185.29                          | 92.64     | 370.58     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 310             | 135.48                            | 49.80                          | 185.28                          | 92.64     | 370.56     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 311             | 135.30                            | 49.98                          | 185.28                          | 92.64     | 370.56     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 312             | 135.32                            | 49.96                          | 185.28                          | 92.64     | 370.55     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 313             | 135.29                            | 49.95                          | 185.24                          | 92.62     | 370.48     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 314             | 146.17                            | 39.06                          | 185.24                          | 92.62     | 370.47     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15c     | Unifamiliar | 315             | 134.71                            | 50.46                          | 185.17                          | 92.58     | 370.33     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 316             | 134.87                            | 49.96                          | 184.83                          | 92.41     | 369.65     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 317             | 145.56                            | 38.88                          | 184.44                          | 92.22     | 368.88     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 318             | 135.72                            | 48.00                          | 183.72                          | 91.86     | 367.44     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 319             | 133.27                            | 48.19                          | 181.47                          | 90.73     | 362.94     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 320             | 133.01                            | 47.62                          | 180.63                          | 90.31     | 361.26     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 321             | 131.90                            | 48.14                          | 180.04                          | 90.02     | 360.08     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 322             | 132.42                            | 47.54                          | 179.96                          | 89.98     | 359.93     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 323             | 132.42                            | 47.54                          | 179.96                          | 89.98     | 359.91     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 324             | 132.41                            | 47.54                          | 179.95                          | 89.98     | 359.90     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 325             | 132.34                            | 47.52                          | 179.86                          | 89.93     | 359.72     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 326             | 140.77                            | 38.93                          | 179.70                          | 89.85     | 359.41     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 327             | 135.11                            | 44.15                          | 179.27                          | 89.63     | 358.53     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 328             | 139.74                            | 39.03                          | 178.77                          | 89.39     | 357.54     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 329             | 133.98                            | 44.27                          | 178.26                          | 89.13     | 356.51     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 330             | 130.02                            | 47.55                          | 177.57                          | 88.78     | 355.14     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 331             | 128.24                            | 49.21                          | 177.46                          | 88.73     | 354.92     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 332             | 137.75                            | 39.09                          | 176.84                          | 88.42     | 353.69     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 333             | 135.52                            | 40.94                          | 176.46                          | 88.23     | 352.92     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 334             | 129.06                            | 46.23                          | 175.29                          | 87.64     | 350.58     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 335             | 129.46                            | 44.40                          | 173.86                          | 86.93     | 347.71     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15c     | Unifamiliar | 336             | 130.35                            | 43.28                          | 173.63                          | 86.82     | 347.26     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 337             | 133.30                            | 38.94                          | 172.24                          | 86.12     | 344.48     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 338             | 132.59                            | 39.01                          | 171.60                          | 85.80     | 343.20     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 339             | 130.05                            | 40.84                          | 170.89                          | 85.45     | 341.79     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 340             | 131.66                            | 38.96                          | 170.62                          | 85.31     | 341.25     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 341             | 120.82                            | 48.76                          | 169.58                          | 84.79     | 339.15     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 342             | 130.50                            | 39.00                          | 169.51                          | 84.75     | 339.02     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 343             | 127.46                            | 41.68                          | 169.13                          | 84.57     | 338.27     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 344             | 127.37                            | 41.75                          | 169.12                          | 84.56     | 338.25     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 345             | 127.37                            | 41.75                          | 169.12                          | 84.56     | 338.25     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 346             | 127.36                            | 41.75                          | 169.11                          | 84.56     | 338.23     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 347             | 127.41                            | 41.70                          | 169.11                          | 84.56     | 338.22     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 348             | 127.34                            | 41.75                          | 169.09                          | 84.54     | 338.18     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 349             | 127.36                            | 41.72                          | 169.08                          | 84.54     | 338.17     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 350             | 127.19                            | 41.33                          | 168.52                          | 84.26     | 337.04     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 351             | 126.98                            | 41.53                          | 168.51                          | 84.25     | 337.02     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 352             | 127.59                            | 40.90                          | 168.49                          | 84.24     | 336.98     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 353             | 127.11                            | 41.31                          | 168.42                          | 84.21     | 336.83     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 354             | 128.74                            | 38.96                          | 167.69                          | 83.85     | 335.39     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 355             | 125.39                            | 42.18                          | 167.57                          | 83.78     | 335.14     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 356             | 126.25                            | 41.29                          | 167.54                          | 83.77     | 335.07     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%) | CUS (2.00) | Densidad (viviendas) | Altura           |
|---------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------------|------------------|
| 15c     | Unifamiliar | 357             | 125.81                            | 41.71                          | 167.52                          | 83.76     | 335.04     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 358             | 128.54                            | 38.95                          | 167.49                          | 83.75     | 334.99     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 359             | 128.35                            | 38.90                          | 167.25                          | 83.63     | 334.50     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 360             | 118.87                            | 48.34                          | 167.21                          | 83.60     | 334.41     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 361             | 128.15                            | 38.98                          | 167.13                          | 83.57     | 334.27     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 362             | 128.14                            | 38.99                          | 167.13                          | 83.57     | 334.26     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 363             | 128.25                            | 38.88                          | 167.13                          | 83.56     | 334.25     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 364             | 128.13                            | 38.99                          | 167.12                          | 83.56     | 334.23     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 365             | 128.14                            | 38.97                          | 167.11                          | 83.55     | 334.21     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 366             | 125.87                            | 41.13                          | 167.00                          | 83.50     | 334.00     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 367             | 125.87                            | 41.13                          | 167.00                          | 83.50     | 334.00     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 368             | 125.86                            | 41.13                          | 166.99                          | 83.50     | 333.99     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 369             | 125.66                            | 41.05                          | 166.71                          | 83.35     | 333.42     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 370             | 151.22                            | 15.40                          | 166.63                          | 83.31     | 333.26     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 371             | 125.80                            | 40.80                          | 166.60                          | 83.30     | 333.20     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 372             | 151.38                            | 15.19                          | 166.57                          | 83.28     | 333.14     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 373             | 151.34                            | 15.21                          | 166.55                          | 83.27     | 333.09     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 374             | 151.37                            | 15.18                          | 166.54                          | 83.27     | 333.09     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 375             | 151.29                            | 15.20                          | 166.50                          | 83.25     | 332.99     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 376             | 151.26                            | 15.21                          | 166.47                          | 83.24     | 332.95     | 1                    | 3 niveles o 10 m |
| 15c     | Unifamiliar | 377             | 151.18                            | 15.22                          | 166.40                          | 83.20     | 332.80     | 1                    | 3 niveles o 10 m |

| Sublote      | Tipo        | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%)        | CUS (2.00)        | Densidad (viviendas) | Altura                  |
|--------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| 15c          | Unifamiliar | 378             | 151.17                            | 15.23                          | 166.40                          | 83.20            | 332.79            | 1                    | 3 niveles o 10 m        |
| 15c          | Unifamiliar | 379             | 128.38                            | 37.57                          | 165.95                          | 82.97            | 331.90            | 1                    | 3 niveles o 10 m        |
| 15c          | Unifamiliar | 380             | 116.79                            | 48.42                          | 165.21                          | 82.60            | 330.41            | 1                    | 3 niveles o 10 m        |
| 15c          | Unifamiliar | 381             | 123.11                            | 41.90                          | 165.00                          | 82.50            | 330.01            | 1                    | 3 niveles o 10 m        |
| 15c          | Unifamiliar | 382             | 122.68                            | 40.74                          | 163.42                          | 81.71            | 326.84            | 1                    | 3 niveles o 10 m        |
| 15c          | Unifamiliar | 383             | 120.77                            | 40.71                          | 161.47                          | 80.74            | 322.95            | 1                    | 3 niveles o 10 m        |
| 15c          | Unifamiliar | 384             | 120.02                            | 40.70                          | 160.71                          | 80.36            | 321.43            | 1                    | 3 niveles o 10 m        |
| 15c          | Unifamiliar | 385             | 131.52                            | 28.56                          | 160.08                          | 80.04            | 320.16            | 1                    | 3 niveles o 10 m        |
| <b>Total</b> |             |                 | <b>58255.70</b>                   | <b>184,36.65</b>               | <b>76,692.35</b>                | <b>38,346.18</b> | <b>153,384.70</b> | <b>385</b>           | <b>3 niveles o 10 m</b> |

Nota: Se puede presentar diferencias en decimos por el uso de diferentes programas computacionales.

**Tabla 2. 8. Resumen de superficies de acuerdo con los parámetros aplicables a los lotes particulares plurifamiliares.**

| Sublote      | Tipo            | Lote particular | Aprovechamiento (m <sup>2</sup> ) | Conservación (m <sup>2</sup> ) | Superficie total m <sup>2</sup> | COS (50%)       | CUS (2.00)       | Densidad (viviendas) | Altura                  |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| 15a          | Plurifamiliares | 386             | 5,479.13                          | 793.51                         | 6,272.65                        | 3,136.32        | 12,545.29        | 59                   | 6 niveles o 24 m        |
| 15c          | Plurifamiliares | 387             | 2,036.89                          | 732.90                         | 2,769.79                        | 1,384.90        | 5,539.59         | 24                   | 6 niveles o 24 m        |
| 15c          | Plurifamiliares | 388             | 2,023.94                          | 732.75                         | 2,756.69                        | 1,378.35        | 5,513.39         | 26                   | 6 niveles o 24 m        |
| 15c          | Plurifamiliares | 389             | 2,149.65                          | 441.45                         | 2,591.10                        | 1,295.55        | 5,182.20         | 26                   | 6 niveles o 24 m        |
| 15c          | Plurifamiliares | 390             | 1,522.01                          | 710.58                         | 2,232.59                        | 1,116.30        | 4,465.18         | 21                   | 6 niveles o 24 m        |
| <b>Total</b> |                 |                 | <b>13,211.62</b>                  | <b>3,411.20</b>                | <b>16,622.82</b>                | <b>8,311.41</b> | <b>33,245.65</b> | <b>156</b>           | <b>6 niveles o 24 m</b> |

### 2.4.2.2. Vialidad

Las vialidades del Proyecto abarcarán una superficie de 2.77 ha, ocupando el 15 % de la superficie del predio y el 26 % de la superficie de aprovechamiento. El Proyecto contará con una vialidad principal que permitirá la comunicación y el acceso entre cada uno de los lotes (Figura 2. 24). Las vialidades tendrán un ancho de superficie de rodamiento de 8.6 m aproximadamente, además incluirán banquetas laterales con ancho de entre 1.5 y 90 m aproximadamente.

Figura 2. 24. Distribución de las vialidades del Proyecto.

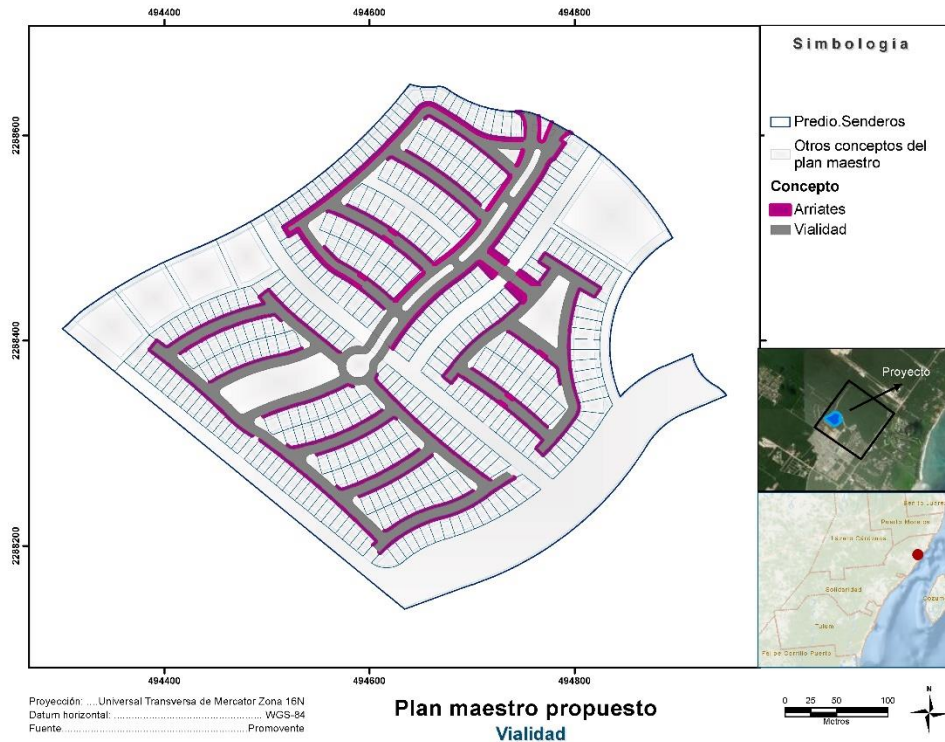
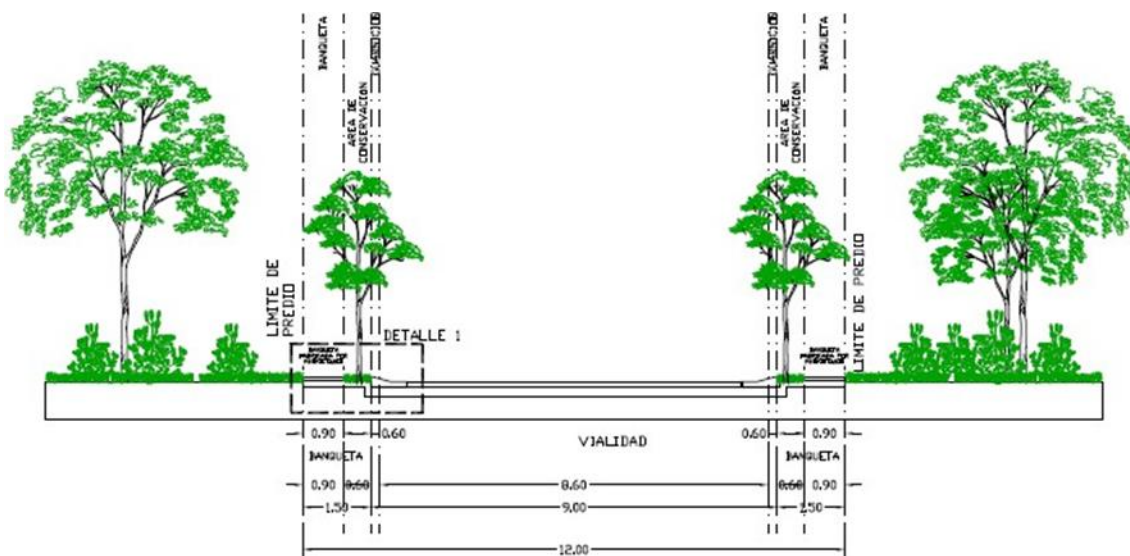
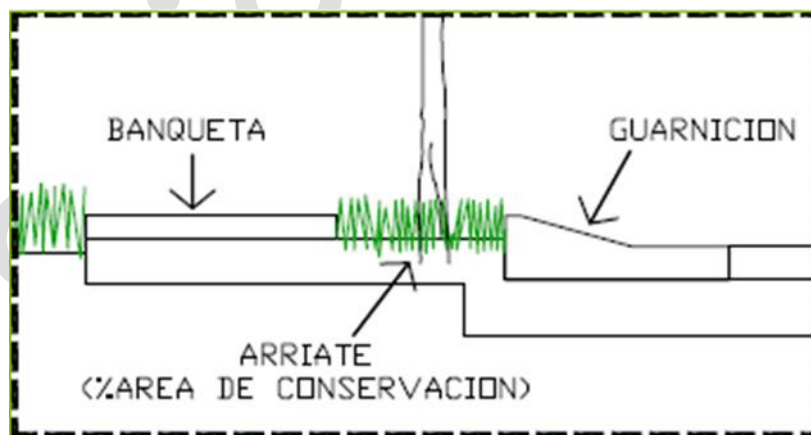


Figura 2. 25. Representación esquemática del diseño de vialidades.



A un costado de las vialidades se contempla el establecimiento de arriates, los cuales separan la superficie de rodamiento de las vialidades de la banqueta o bien los límites de los lotes particulares. Los arriates contarán con una superficie total de 7,098 m<sup>2</sup>, lo cual representa el 4 % de la superficie total del predio, serán en su totalidad superficies permeables, ya sea porque en las secciones que correspondan a los accesos de los lotes particulares se usen materiales permeables, o bien porque en las secciones que no correspondan accesos se contempla el establecimiento de áreas ajardinadas con especies ornamentales no invasoras. Asimismo, de no establecerse áreas ajardinadas en los arriates cabe la posibilidad de que se conserve la vegetación natural.

Figura 2. 26. Representación del posible diseño de los arriates.

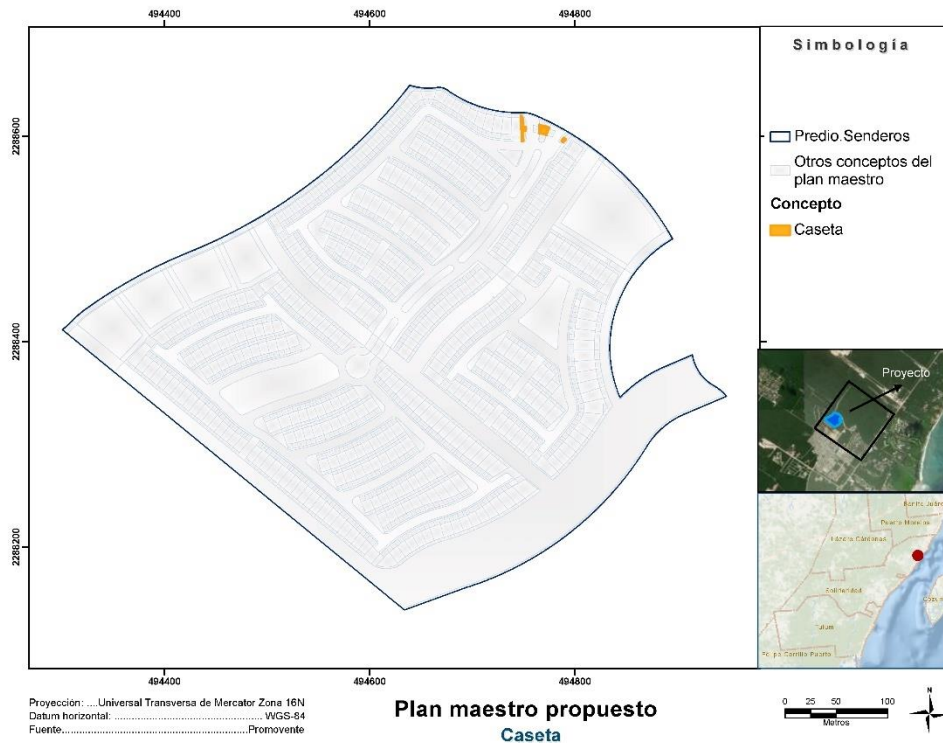




### 2.4.2.3. Caseta de acceso (caseta de vigilancia)

El proyecto contempla la construcción de una caseta de vigilancia ubicada al noreste del predio, constituyen al único y principal acceso a la zona residencial. La caseta contará con una superficie total del 121 m<sup>2</sup>. En la Figura 2. 27 se representa la ubicación de la caseta en el predio.

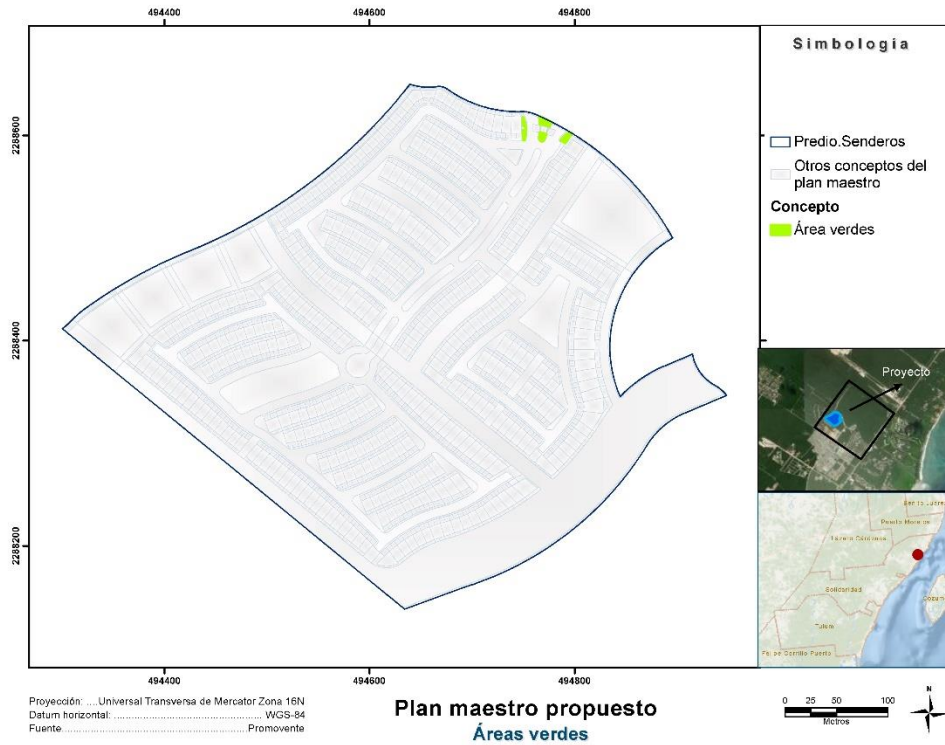
Figura 2. 27. Ubicación de la caseta de acceso del Proyecto.



### 2.4.2.4. Áreas verdes ajardinadas

El proyecto contará con 191 m<sup>2</sup> de áreas verdes las cuales formaran parte del diseño paisajístico del proyecto, brindando así un aspecto más armónico de las áreas comunes de este.

**Figura 2. 28. Distribución de las áreas verdes ajardinadas del proyecto.**



#### 2.4.2.5. Áreas de Conservación

Las áreas de conservación o áreas verdes naturales corresponden a todas aquellas que deberán mantener sus condiciones naturales originales y en las que únicamente se podrán llevar a cabo acciones de mejoramiento, y protección. Dentro del predio del Proyecto, se asignará un área de 7.26 ha como conservación, distribuida de acuerdo con la Tabla 2. 9 y como se muestra en la Figura 2. 29 y Figura 2. 30.

**Tabla 2. 9. Superficie de conservación del Proyecto.**

| Concepto              | Conservación |             |
|-----------------------|--------------|-------------|
|                       | ha           | %           |
| Lotes unifamiliares   | 1.84         | 25%         |
| Lotes plurifamiliares | 0.34         | 5%          |
| Corredor biológico    | 3.63         | 50%         |
| Conservación          | 1.44         | 20%         |
| <b>Total</b>          | <b>7.26</b>  | <b>100%</b> |

Figura 2. 29. Áreas de conservación del Proyecto.

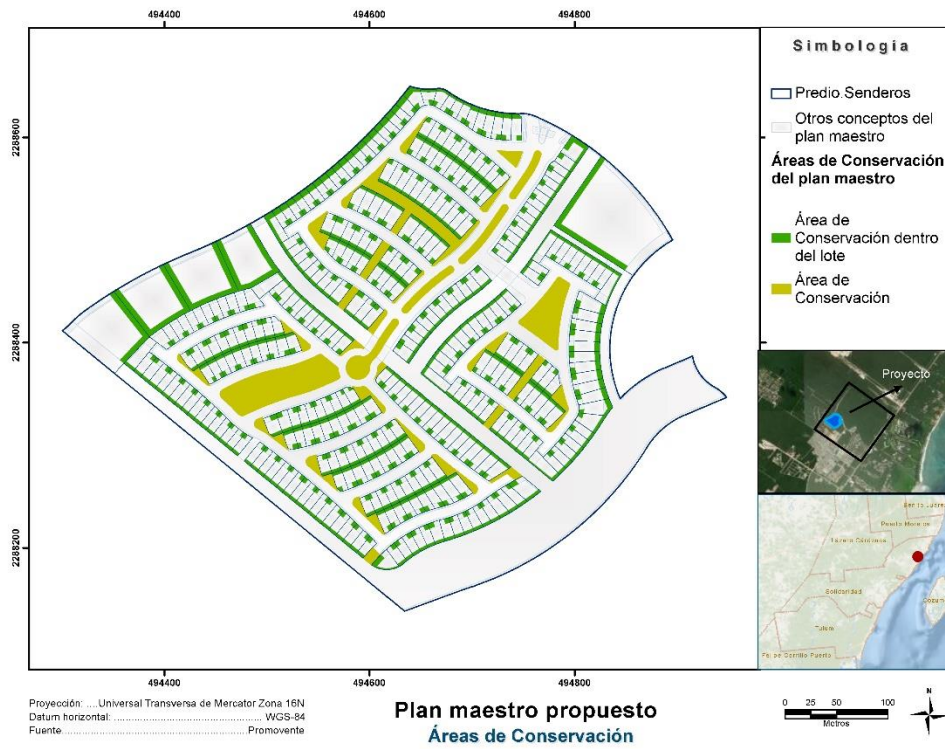
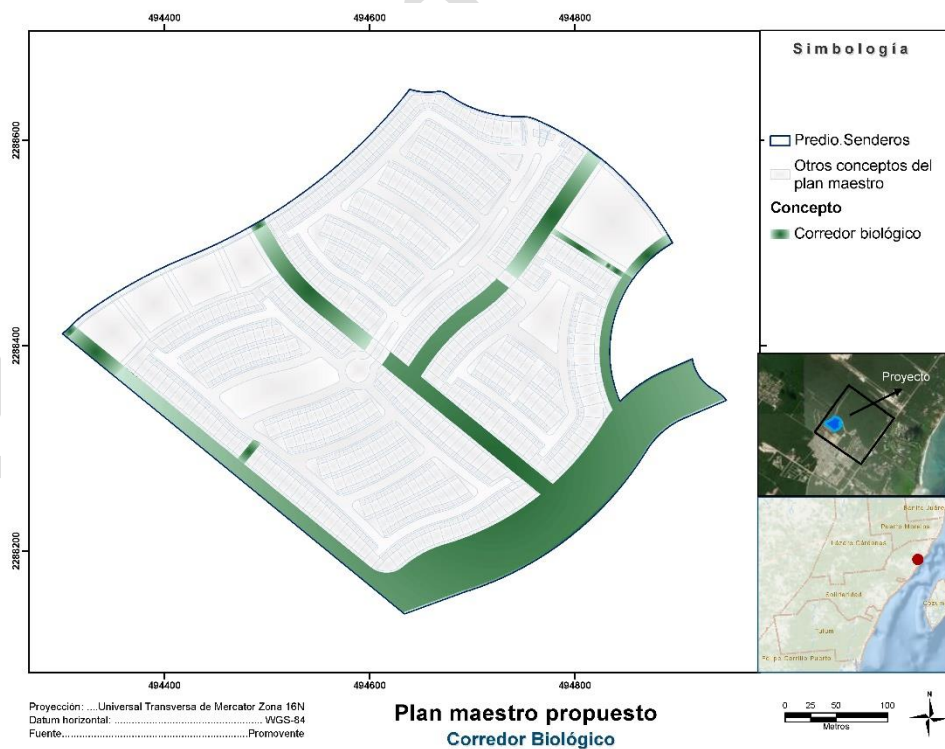


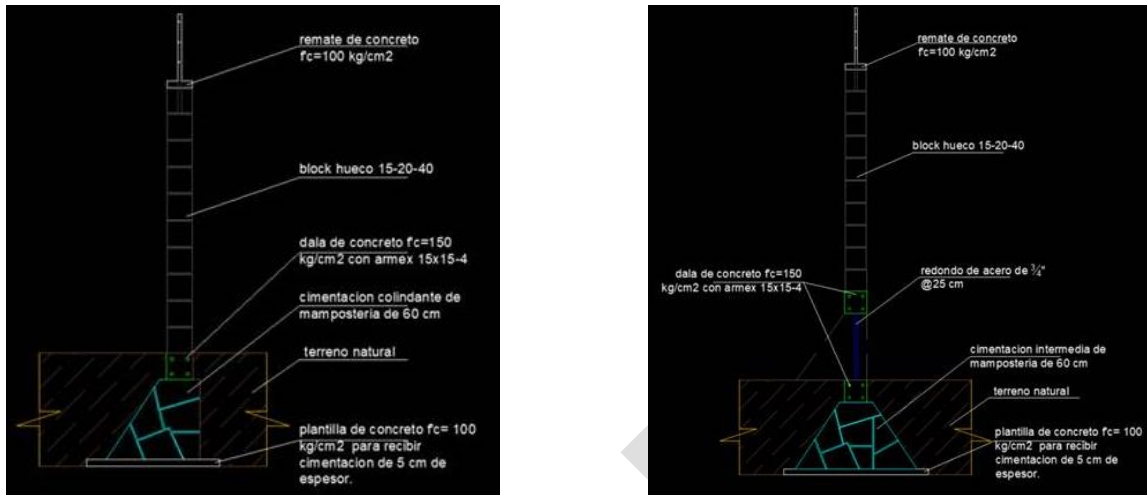
Figura 2. 30. Distribución del corredor biológico al interior del predio del Proyecto.



### 2.4.2.6. Barda perimetral

Con la finalidad de brindar seguridad a los dueños, inquilinos, usuarios del proyecto Senderos Poniente, se contempla el establecimiento de una barda perimetral la cual será a base de muro de block hueco mamposteado de 2.20 m de altura (Figura 2. 31).

Figura 2. 31. Diseño y dimensiones de la barda perimetral.



En la Figura 2. 32, se presenta la ubicación de la barda perimetral con respecto al predio del Proyecto.

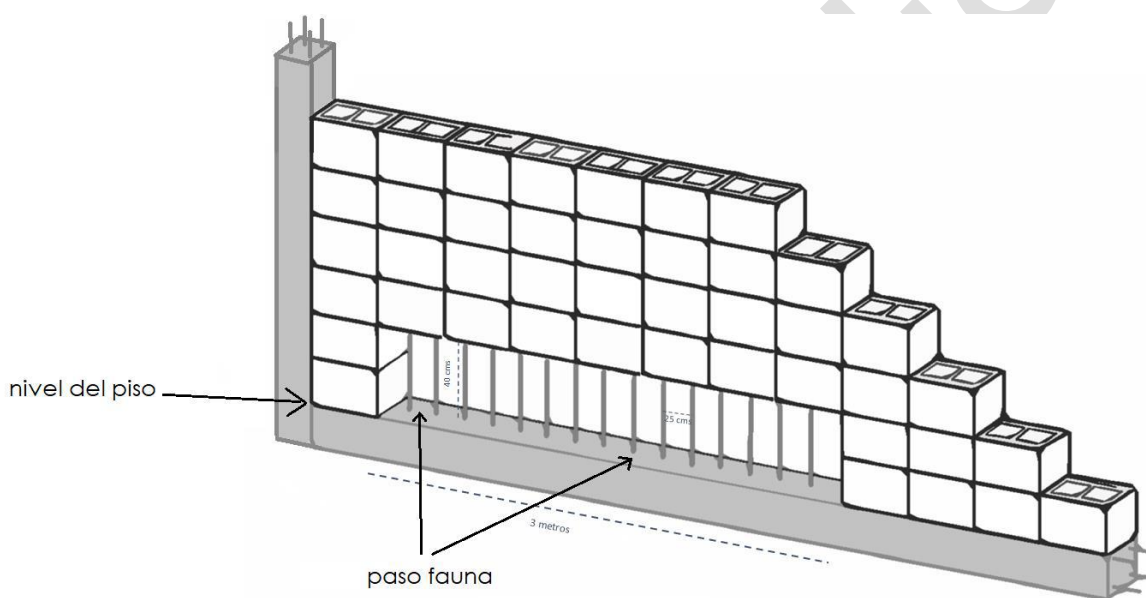
Figura 2. 32. Barda perimetral del proyecto Senderos Poniente.



Con el fin de garantizar el libre tránsito de la fauna entre las áreas de conservación y corredor biológico del predio del proyecto, se contempla como estrategia construir o instalar pasos de fauna a lo largo de la barda perimetral (Figura 2. 33). De igual manera en las secciones en que la barda tiene contacto directo con el corredor biológico (Figura 2. 34), se priorizará el establecimiento de malla perimetral o cancelas que permitan el libre desplazamiento de fauna de tallas pequeñas y medianas como; tejones, mapaches, zorras, temazate, zorrillos, ardillas, etc (Figura 2. 35). Con esto se busca dar cumplimiento a lo establecido por el criterio CE-81 del POEL de Solidaridad, mismo que a la letra dice:

*“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.”*

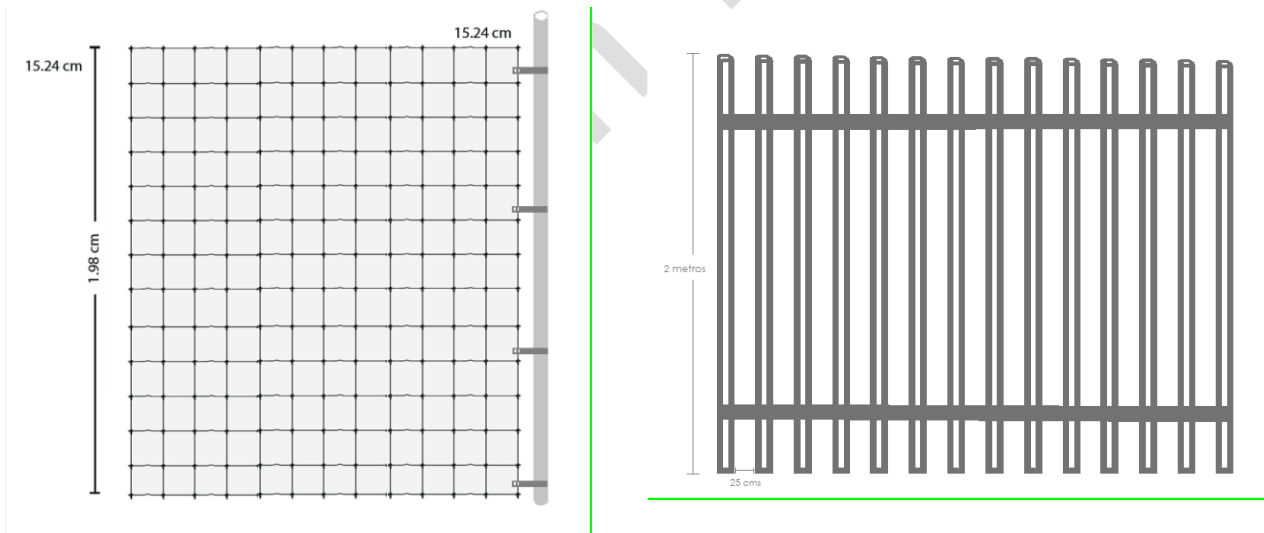
**Figura 2. 33. Características de las bardas para permitir el libre tránsito de la fauna.**



**Figura 2. 34. Secciones de la barda en que se priorizara la instalación de malla o cancelos.**



**Figura 2. 35. Características de la malla (izquierda) o cancelos (derecha) para la instalación perimetral.**



## 2.5. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

Las actividades de construcción del proyecto Senderos Poniente se iniciarán una vez se obtengan las autorizaciones correspondientes, realizándose de manera ordenada para que se conserve y proteja la vegetación en áreas que no serán requeridas para el desarrollo del proyecto. Se considera que se requerirán de un total de 10 años para concretar la construcción del proyecto en toda la superficie (Tabla 2. 10). Cabe señalar que, la etapa de operación del proyecto se considerará a partir del año 8 después del inicio de la construcción; el proyecto operaría parcialmente y las viviendas de algunas Unidades estarán aún bajo construcción.

Tabla 2. 10. Programa de trabajo del proyecto Senderos Poniente.

| CONCEPTO                     |   | AÑOS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|------------------------------|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|                              |   | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Preparación                  | Delimitado  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Rescate de vegetación y de fauna silvestre              |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Desmote   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Despalme  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Nivelación y compactación                               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Construcción                 | Conexión a los servicios básicos                        |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Vialidades internas, caseta de vigilancia y pórtico     |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Delimitación de áreas verdes naturales                  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Construcción de viviendas                               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Operación                    | Inicio ocupación viviendas                              |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Inicio administración de accesos                        |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Inicio mantenimiento de viviendas                       |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Medidas de mitigación        | Áreas verdes naturales                                  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Señalización  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Estrategias para el manejo integral de residuos sólidos |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Uso de automotores en óptimo estado                     |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Programas de rescate y reubicación de flora y fauna     |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Instalación de tecnologías ahorradoras de agua y luz    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                              | Disposición de aguas residuales al drenaje municipal    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>Seguimiento ambiental</b> |   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |

## 2.6. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.6.1. Etapa de Preparación del Sitio

A continuación, se describen las obras y actividades que se llevarán a cabo para la urbanización del Proyecto.

La etapa de preparación del sitio incluye todas las actividades necesarias para dar lugar a la construcción de las obras que contempla El Proyecto. Comprende principalmente la delimitación, marcaje, rescate de flora y fauna, desmonte, trituración de material vegetal, despalme, nivelación y compactación; recuperación de tierra vegetal, y enriquecimiento de áreas verdes naturales. Cabe señalar que, el inicio de los procesos de obra comenzará a partir de la obtención de los permisos y licencias requeridos de competencia federal, estatal y municipal. Su descripción se presenta continuación:

a. Delimitado.

Se realizarán trazos para la delimitación y marcaje de la superficie sujeta a desmonte y de las áreas destinadas a la conservación, con base en levantamiento topográfico.

En primera instancia, una cuadrilla de topografía abrirá brechas para los ejes viales, utilizando estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos; así teodolito, estatal y formato de campo. También se ubicarán las líneas donde se tenderán las redes subterráneas de infraestructura; como las redes de agua potable y drenaje sanitario, red eléctrica y de alumbrado. Sucesivamente se localizarán las Unidades para viviendas, áreas verdes y vialidades.

b. Rescate y reubicación de fauna.

El rescate y reubicación de fauna se realizará de manera previa a cualquier obra o actividad realizarse en el predio. Se emplearán métodos pasivos, de captura directa y de trampeo. Entre los métodos pasivos que se emplearán están el ahuyentamiento sonoro, el acarreo en grupo y la espera pasiva. Para todos los métodos a emplearse, se requerirá de, al menos, un especialista y un asistente. Estas actividades se detallan en el Capítulo 7 del presente DTU y sus correspondientes Anexos.

c. Instalación de malla perimetral.

Al igual que el rescate de fauna, el rescate y reubicación de vegetación se realizará de manera previa a cualquier obra o actividad a realizarse en el predio. Se priorizarán las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de protección, así como especies nativas y ornamentales. Se requerirá de al menos seis personas para el rescate de la vegetación. Estas actividades se detallan en el Capítulo 7 del presente DTU y sus correspondientes Anexos.

d. Remoción de la vegetación (desmonte).

El desmonte se realizará a la par de la delimitación: en primer lugar, se removerá la vegetación que se ubique en las áreas donde se levantarán los ejes viales, para después, remover la existente en las Unidades. Siempre se respetarán los límites definidos durante el trazo topográfico. Lo anterior con la finalidad de conservar y proteger la vegetación ubicada en áreas



que no serán requeridas para el desarrollo del proyecto, así como para realizar el rescate y reubicación de fauna y vegetación, a realizarse previo al desmante. Otra actividad que se realizará previo al desmante, será la identificación de los árboles que serán integrados al proyecto, tomándose las previsiones necesarias para no dañarlos.

El desmante se realizará con la ayuda de equipo mecánico y herramientas manuales, como motosierra; y de maquinaria, como retroexcavadoras:

- el corte de individuos arbustivos y arbóreos, en una sección próxima al suelo (entre 10 y 20 cm), la separación del fuste y el follaje, y el desbroce a través de la separación de los brazos del follaje, se ejecutará con ayuda de una motosierra;
- el retiro de tocones y raíces se ejecutará con ayuda de retroexcavadoras.

Asimismo, en caso de que sea necesaria la protección de la vegetación circundante, el desmante se llevará a cabo de manera manual, empleándose hachas y machetes.

e. Trituración del material vegetal.

Como producto del desmante, se obtendrá material vegetal que será triturado e integrado a las áreas verdes del proyecto.

f. Retiro de tierra vegetal (despalme).

El despalme se realizará con la finalidad de retirar la tierra vegetal que por sus características mecánicas no es adecuada para el despalme de edificios. La maquinaria a utilizarse para el despalme será tractor de orugas y/o tracción. Se considera que el espesor de la capa a despalmar será de aproximadamente 30 cm; que puede variar para cada área. El despalme se ejecutará en las zonas que contengan material tipo I o II:

- Material tipo I. Son aquellos fácilmente excavables con pala de mano, así como los excavables con equipo mecánico ligero, como retroexcavadora.
- Material tipo II. Son aquellos que, aunque no fácilmente, aún pueden ser excavables con el uso de un zapapico y con maquinaria, sin necesidad del uso de explosivos.

El despalme desalojará vegetación herbácea, tierra y piedras del sustrato en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. El material pétreo que se obtenga, será acopiado en puntos estratégicos sobre la misma superficie sujeta a cambio de uso de suelo, para ser utilizado posteriormente en las actividades de relleno y nivelación del terreno.

g. Nivelación y compactación

Paralelamente a la remoción de la tierra vegetal que no es adecuada para el despalme de edificios, se realizará la nivelación del terreno en aquellas partes donde la pendiente lo requiera, utilizando material de relleno obtenido de un banco de material autorizado. Adicionalmente, se compactará el material para la formación de los terraplenes necesarios para la construcción de los diferentes elementos del proyecto.

h. Recuperación de tierra vegetal

El material que se obtenga del despalme, será cribado para separar el material pétreo de la tierra vegetal.

i. Enriquecimiento de las áreas verdes naturales (conservación)

Tanto el material vegetal triturado como la tierra vegetal recuperada serán usados como mejorador de suelos en las áreas naturales verdes que se conservarán, así como sustrato para la siembra de las plantas rescatadas.

2.6.1.1. Obras y actividades provisionales

Las obras de apoyo que se requerirán son:

- Caseta de vigilancia y de resguardo de materiales y oficina de obra
- Comedores temporales
- Almacenes temporales de residuos
- Sanitarios portátiles

Los servicios de apoyo que se utilizarán son:

- Renta de maquinaria.
- Estaciones de servicio de combustible.
- Contratistas y proveedores de servicios técnicos especializados.

Con respecto a la disposición de residuos sólidos se requerirá de los siguientes servicios:

- Empresas especializadas y autorizadas por el gobierno del estado para la recolección de subproductos reciclables.
- Empresa recolectora especializada y autorizada por la federación para la recolección, transporte y disposición de residuos peligrosos.
- Uso del relleno sanitario de la ciudad de Playa del Carmen.
- Sistema de recolección, transporte y disposición final municipal

2.6.1.1.1. Descripción de obras asociadas al Proyecto

**Casetas (bodegas)**

Se habilitarán casetas de vigilancia y casetas de obra para resguardo de materiales y equipos. Se tratará de infraestructura temporal, ya que serán casetas prefabricadas, no construidas in situ, sino solo armadas y que sean, por tanto, fácilmente desarmables.

### Sanitarios portátiles

Se rentarán e instalarán baños portátiles, a razón de uno por cada 25 trabajadores. La instalación se realizará dentro de la misma superficie sujeta a desmonte. La limpieza y el traslado de los residuos que se acopiarán en los sanitarios portátiles, hacia alguna planta de tratamiento de aguas residuales, correrá a cargo de la empresa arrendadora.

### Sitios para el almacenamiento temporal de residuos (basura)

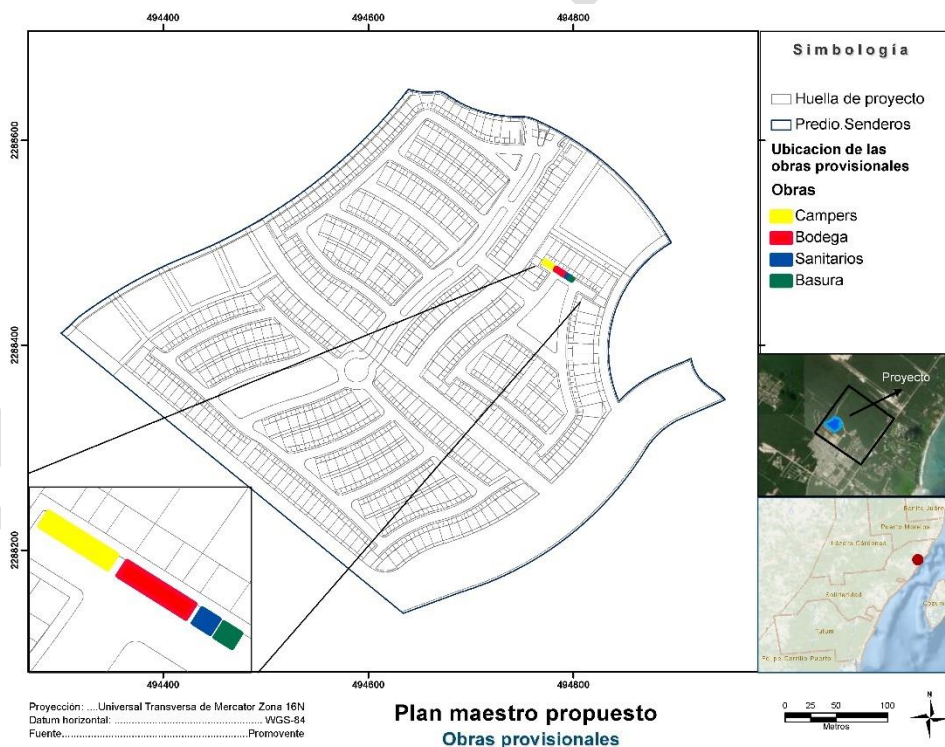
Se destinarán sitios específicos para el almacenamiento temporal de los residuos que serán generados por causa de las obras y actividades, al interior de la superficie sujeta a éste. En estos sitios se levantará almacenes o depósitos, de materiales rústicos, de manera que serán fácilmente reubicables y desarmables.

### Comedores (campers)

Dentro del área sujeta al desmonte, se habilitarán sitios destinados a ser usados como comedores por el personal de obra empleado. Los comedores se construirán de materiales rústicos, de fácil montaje y desmontaje. Se prevé se utilicen láminas y cemento sobre el terreno limpio y nivelado.

En la Figura 2. 36 se representa la distribución de las obras provisionales en el predio del proyecto

Figura 2. 36. Distribución de las obras provisionales.



## 2.6.2. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

### 2.6.2.1. Principios metodológicos para obtener valores dasométrico

Formulas empleadas para la obtención de área basal y volumen total árbol, indicando el coeficiente mórfo y factor empleado, presentando sustento bibliográfico,

Dentro de la metodología aplicada para el cálculo de los volúmenes correspondientes se ha empleado el programa selva que como se ha explicado fue diseñado por el INIFAP Regional Sureste para procesamiento de datos de Inventarios Forestales de la Península de Yucatán con una confiabilidad del 95%.

El programa Selva versión 2001 además de los archivos para manejar el programa contiene fórmulas de regresión que requiere cada especie para obtener sus parámetros dasométricos, cuenta también con los archivos abiertos que contiene las claves para las especies tipo de suelo y forma de los árboles en estos archivos se define también el número de fórmulas que corresponde a cada especie lo que puede ser modificado de acuerdo con la necesidad del usuario.

Las fórmulas de regresión empleadas para los cálculos son las definidas por el inventario nacional para las especies y grupos de especies propias de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Por otra parte, a fin de dar cumplimiento se presenta las fórmulas solicitadas

#### Área basal

De acuerdo con la fracción IV del artículo 2 del Reglamento de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable el Área basal, suma de las secciones transversales de los árboles en una superficie determinada, medida a partir del diámetro del tronco a una altura de 1.30 metros sobre el suelo, expresada en metros cuadrados por hectárea;

De acuerdo con el Manual Técnico Forestal (información básica, métodos y procedimientos) Acuerdo México-Alemania pag. 42. El área basal (A.B) es la superficie que ocupa un árbol en una altura de 1.30 metros. La suma de las áreas basales de todos los individuos en una hectárea (área basal por hectárea) es un índice de densidad del bosque.

$$r = \text{radio}; d_{ap} = \text{diámetro a altura de pecho (1.30 m);}$$
$$A.B. = r^2 \times \pi = \frac{d_{ap}^2}{4} \times 3.1416 = d_{ap}^2 \times 0.7854$$

Volumen total árbol indicando el coeficiente mórfico y factor empleado,

De acuerdo con el numeral 3.18 de la NOM-152.SEMARNAT-2006, el volumen total árbol (VTA) se refiere al volumen de madera y corteza del árbol, incluyendo fuste, puntas y ramas.

Por otra parte, para calcular las existencias volumétricas obtenidas en el muestreo de campo, se utilizó el Programa de Cómputo SELVA 2001<sup>2</sup> diseñado para selvas tropicales de la península de Yucatán, por personal técnico del INIFAP y que procesa los parámetros silvícolas de diámetro normal y alturas total y de fuste limpio, procesándolos mediante fórmulas de regresión para las principales especies.

Cada uno de los grupos de ecuaciones cubre a determinadas especies, las que se consideraron en función de sus características tecnológicas y de crecimiento; estas ecuaciones y agrupamientos de especies fueron realizadas por los profesionales forestales que realizaron los inventarios forestales en los Estados del sur sureste del país.

**Figura 2. 37. Ecuaciones de regresión para los grupos tecnológicos. (Fuente: SARH Campeche, 1985 ; Tabasco, 1985 ; Yucatán, 1985 )**

| GRUPO       | MODELO MATEMÁTICO<br>VT = (C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub> Log (D))+ C <sub>2</sub> Log (HT) |
|-------------|---|
| I           | C <sub>0</sub> = -9.64583328; C <sub>1</sub> = 1.79389367; C <sub>2</sub> = 1.03915044      |
| II          | C <sub>0</sub> = -10.6001321; C <sub>1</sub> = 1.98160359; C <sub>2</sub> = 1.03695598      |
| III         | C <sub>0</sub> = -9.53415154; C <sub>1</sub> = 1.85980581; C <sub>2</sub> = 0.96989346      |
| IV          | C <sub>0</sub> = -9.84923104; C <sub>1</sub> = 1.91175328; C <sub>2</sub> = 1.04455238      |
| V           | C <sub>0</sub> = -9.988284891 C <sub>1</sub> = 1.92178549; C <sub>2</sub> = 1.04714889      |
| VI          | C <sub>0</sub> = -10.09141259 C <sub>1</sub> = 1.93246219; C <sub>2</sub> = 1.06194865      |
| VII         | C <sub>0</sub> = -9.98357915 C <sub>1</sub> = 1.95005045; C <sub>2</sub> = 1.05153755       |
| VIII        | C <sub>0</sub> = -8.81312542 C <sub>1</sub> = 1.56449274; C <sub>2</sub> = 1.08361129       |
| IX          | C <sub>0</sub> = -9.60981068 C <sub>1</sub> = 1.82854720; C <sub>2</sub> = 1.01082458       |
| X           | C <sub>0</sub> = -9.56438150 C <sub>1</sub> = 1.82330413; C <sub>2</sub> = 1.01741981       |
| XI          | C <sub>0</sub> = -9.52774573 C <sub>1</sub> = 1.76329569; C <sub>2</sub> = 1.0816879        |
| XII         | C <sub>0</sub> = -9.83322527; C <sub>1</sub> = 1.92412457; C <sub>2</sub> = 1.00970142      |
| XIII        | C <sub>0</sub> = -9.41737421; C <sub>1</sub> = 1.76385327; C <sub>2</sub> = 1.04067809      |
| Ceiba       | C <sub>0</sub> = -10.22563374; C <sub>1</sub> = 1.92362277; C <sub>2</sub> = 1.14061993     |
| Balché      | C <sub>0</sub> = -9.82447804; C <sub>1</sub> = 1.93162616; C <sub>2</sub> = 1.01919725      |
| Bojón       | C <sub>0</sub> = -9.20446857; C <sub>1</sub> = 1.70136976; C <sub>2</sub> = 1.07521396      |
| Calophyllum | C <sub>0</sub> = -9080750322; C <sub>1</sub> = 1.87831474; C <sub>2</sub> = 1.07425292      |
| Dialium     | C <sub>0</sub> = -9.98279857; C <sub>1</sub> = 1.97250941; C <sub>2</sub> = 1.03206162      |

Donde: Vol = Exp ((C<sub>0</sub> + C<sub>1</sub> Log (D) + C<sub>2</sub> Log (HT)); Vol = Volumen; VT = volumen Total; C<sub>0</sub>, C<sub>1</sub>, y C<sub>2</sub> son los coeficientes de regresión; D = Diámetro normal; HT = Altura total y Log = Logaritmo natural.

Mediante el programa de cómputo, se obtuvo el cálculo de las existencias reales por especie a nivel de árbol individual y se calcularon en función a la superficie muestreada, los valores por hectárea. El programa calcula también la varianza y el error estándar de las observaciones levantadas con una confiabilidad del 95%.

<sup>2</sup> Patiño, V. F., Torres, L. J.L., Piña, Ch, F., Gómez, D. A. y Escalante, R. P. J., 2001. Selva 2001, Programa de computo para procesar la información de inventarios forestales de especies tropicales.

En México, el Inventario Nacional Forestal obtuvo las ecuaciones de regresión para algunas especies, con las que es posible obtener el volumen total árbol para individuos de algunas especies, estas ecuaciones de regresión se utilizaron para estimar los volúmenes de las especies que se muestran a continuación, mediante el Programa Selva IV, utilizado en Campeche y Quintana Roo (Patiño et al, 2000)

### ECUACIONES DE REGRESIÓN PARA ALGUNAS DE LAS ESPECIES LOS GRUPOS TECNOLÓGICOS

- Cedro (*Cedrela odorata*)  
VT = EXP (-9.64583328 + 1.79389367 log (D) + 1.03915044 log (HT))  
(R<sub>2</sub> = 0.98403294)
- Caoba (*Swietenia macrophylla*)  
VT = EXP (-10.06001321 + 1.98160359 log (D) + 1.03695598 log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Ramón (*Brosimum alicastrum*)  
VT = EXP (-9.53415154 + 1.85980581 Log (D) + 0.96989346 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Chicozapote (*Manilkara zapota*)  
VT = EXP (-9.84923104 + 1.91175328 Log (D) + 1.04555238 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Chaca (*Bursera simaruba*)  
VT = EXP (-9.88284891 + 1.92178549 Log (D) + 1.04714889 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Jobo (*Spondioas mombin*)  
VT = EXP (-10.09141259 + 1.93246219 Log (D) + 1.06194865 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Tamay, Trementino (*Zuelania guidonia*)  
VT = EXP (-9.98357915 + 1.9500045 Log (D) + 1.05153755 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Chechem negro (*Metopium brownie*)  
VT = EXP (-8.81312542 + 1.56449274 Log (D) + 1.08361129 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Kinsah, Uinic (*Hipomane mancinella*)  
VT = EXP (-9.60981068 + 1.82854720 Log (D) + 1.01082458 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Tzalam (*Iysiloma latisiliquum*)  
VT = EXP (-9.56438150 + 1.82330416 Log (D) + 1.01741981 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Amapola (*Pseudobombax ellipticum*)  
VT = EXP (-9.52774573 + 1.76329569 Log (D) + 1.08168791 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Kanchunup (*Thouinia paucidentata*)  
VT = EXP (-9.83322527 + 1.92412457 Log (D) + 1.00970142 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Papelillo (*Alseis yucatanensis*)  
VT = EXP (-9.41737421 + 1.76385327 Log (D) + 1.04057089 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =
- Ceiba (*Ceiba pentandra*)  
VT = EXP (-10.22563374 + 1.92362277 Log (D) + 1.14061993 Log (HT))  
R<sub>2</sub> =

- Balche (*Lonchocarpus castilloi*)  
VT = EXP (-9.82447804 + 1.931626 Log (D) + 1.01313725 Log (HT))  
R2 =
- Bojón, (*Cordia alliodora*)  
VT = EXP (-9.20446857 + 1070136976 Log (D) + 1.07521396 Log (HT))  
R2 =

Donde: Vol = Exp (C0 + C1 Log (D) + C2 Log (HT))

Vol = Volumen; **VT** = volumen Total; **C0**, **C1**, y **C2** son los coeficientes de regresión  
D = Diámetro normal; HT = Altura total y Log = Logaritmo natural

### 2.6.2.2. Metodología para el cálculo de volúmenes maderables

La metodología utilizada para la estimación de volúmenes que resultarán del Cambio de Uso de Suelo por el derribo de la vegetación en una superficie total de 10.66 hectáreas para el establecimiento del Proyecto, fue un muestreo sistemático siguiendo las brechas establecidas con integración de 12 sitios circulares concéntricos de 500 m<sup>2</sup> cada uno sobre la vegetación existente.

Se realizó el muestreo correspondiente tomando como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y procedimientos. Acuerdo México – Alemania. Basado en sitios circulares (parcelas de 500 m<sup>2</sup>). Esta integración de sitios se realizó en forma sistemática y consecutiva, con la finalidad de tener información de los diferentes tipos de vegetación existentes, su situación actual, así como su georreferenciación. Esta información se proporciona en las fichas de datos de campo procesadas (Anexo 4.1).

Durante el levantamiento de datos en los sitios seleccionados se obtuvo información fisonómica, estructural, botánica, diámetros a la altura del pecho (DAP) que posteriormente fueron utilizados para el cálculo del volumen a derribarse.

Para la obtención de los resultados se realizaron las siguientes actividades:

#### Visita al área de estudio.

Esta se realizó usando los accesos al área de estudio utilizando los planos topográficos correspondientes al trazo y las medidas del predio y documentación legal del mismo, así como información necesaria para la realización de las actividades de campo y gabinete.

#### Ubicación de accesos y rodalización del área.

Con el apoyo de la cartografía topográfica escala 1:50,00 y el plano topográfico correspondiente se ubicaron y marcaron los accesos al predio. La rodalización y caracterización en general del predio se realizó de forma directa con el apoyo de la cartografía, disponible, (imagen google earth) además de los recorridos de verificación y toma de datos de campo.

### Intensidad de muestreo.

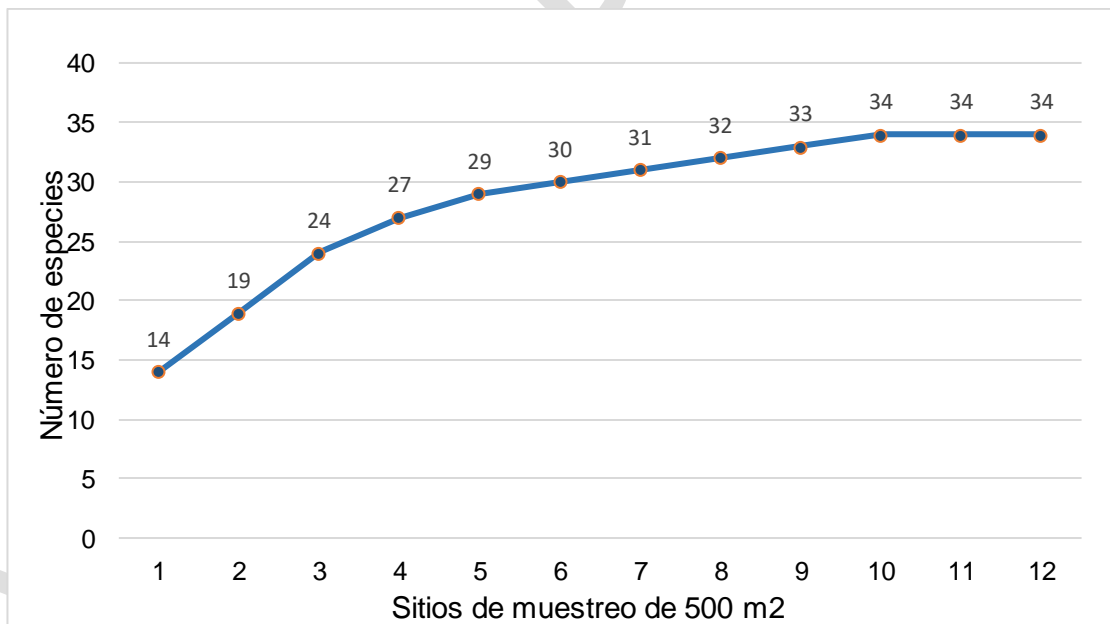
Como se ha mencionado el predio cuenta con una superficie total de 17.92 hectáreas, de las cuales se afectará 10.66 has de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea, por lo que, considerando la ubicación del conjunto de predios accesos al mismo y la superficie a afectar la intensidad de muestreo fue la siguiente:

Se levantó datos en una superficie de 6,000 m<sup>2</sup> (0.6 has) lo que hace una intensidad de muestreo del 5.62% con relación a la superficie total que se afectará (10.66 hectáreas) del proyecto y del 3.35% con respecto a la superficie total del lote (17.92 has).

### Significancia del muestreo.

Ante la carencia de estudios específicos realizados en la zona y que señalen el tamaño del área de muestreo que habrá de permitir el mejor entendimiento de la estructura de la selva mediana con vegetación secundaria arbórea, se realizó el análisis de área mínima necesaria. De esta manera, en la siguiente figura, se muestra la relación obtenida, en donde se representa la superficie muestreada de 12 sitios circulares de 500 m<sup>2</sup> cada uno, con relación al número de especies arbóreas encontradas.

**Figura 2. 38. Curva de especie área para la vegetación secundaria derivada de la selva mediana subperennifolia.**



Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la figura anterior, es evidente que para el estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea que se distribuye en el predio de interés, se requiere una superficie mínima de muestreo del orden de los 5.000 m<sup>2</sup>. Por lo que a partir de esta superficie se observa el patrón típico en donde se alcanza un máximo de acumulación de especies y al alcanzar la asíntota la curva se habrá de mantener más o menos constante, lo cual indica que se ha encontrado el mayor número de especies que ahí se distribuyen. En este sentido y de acuerdo con los datos anteriores, se considera que los resultados obtenidos a

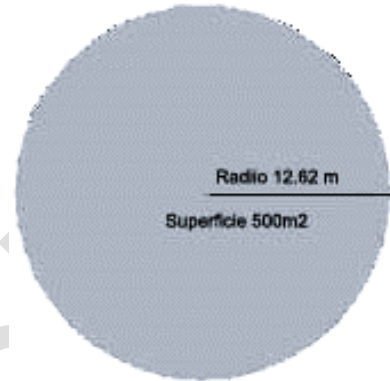


través del presente estudio son válidos y representativos, ya que se ha alcanzado una superficie total de muestreo de 6000 m<sup>2</sup>.

Tamaño del sitio y levantamiento de datos.

Los sitios circulares tienen un radio de 12.62 m, por lo que en total el tamaño de cada sitio muestreado para la selva en general fue de 500 m<sup>2</sup>, en estos se levantó información de cada una de las especies presentes a partir de 5 cm. de diámetro y en sentido del orden en que giran las manecillas del reloj, para ello se ubicó al centro del sitio una baliza con una cinta de color en donde se indica el número correlativo del sitio.

**Figura 2. 39. Dimensión de los sitios de muestreo.**



En cuanto a los parámetros que se utilizaron en el levantamiento de los datos del arbolado en cada sitio se mencionan lo siguiente: número de sitio, número de árbol, especie, diámetro, altura, sanidad y forma.

Georreferenciación de las líneas y sitios de muestreo

Para cada línea y sitio en particular se establecieron sus coordenadas geográficas por medio de un GPS GARMIN V.5, con marco de referencia cartográfico WGS 84 (equivalente a ITRF92 oficial para México) y la zona 16-Q.

El GPS, sistema de posicionamiento global asistido por satélites civiles permite la ubicación precisa de puntos en el planeta.

**Tabla 2. 11. Coordenadas UTM de cada uno de los sitios de muestreo**

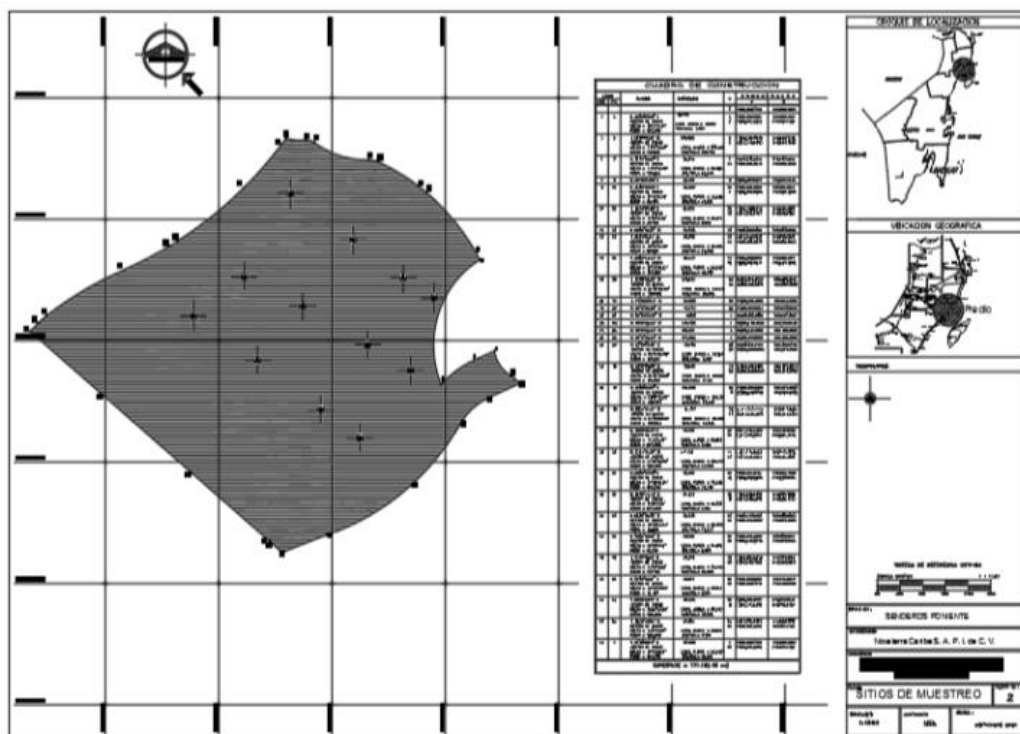
| Faja | Sitio | Coordenadas UTM |         |
|------|-------|-----------------|---------|
|      |       | X               | Y       |
| 1    | 1     | 494645          | 2288582 |
|      | 2     | 494728          | 2288525 |
|      | 3     | 494794          | 2288478 |
|      | 4     | 494835          | 2288453 |
| 2    | 1     | 494584          | 2288479 |
|      | 2     | 494661          | 2288443 |
|      | 3     | 494747          | 2288395 |
|      | 4     | 494804          | 2288363 |
| 3    | 1     | 494517          | 2288431 |
|      | 2     | 494601          | 2288376 |
|      | 3     | 494685          | 2288315 |
|      | 4     | 494737          | 2288280 |

Procesamiento de datos.

El procesamiento de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste), este programa fue diseñado para procesar información dasométrica de inventarios forestales, el cual emplea fórmulas de regresión para los cálculos de los DAP las cuales son las definidas por el Inventario Nacional Forestal para las especies y grupos de especies propias de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Los volúmenes promedios, de área basal y volumen total son obtenidos a través del cálculo del programa estadístico Excel versión 2010, además de que estos resultados se presentan por medio de tablas, los cuales se generaron a partir de un conjunto de opciones de variables relacionadas con el número de árboles, área basal, especies, volumen total entre otros.

**Figura 2. 40. Plano de sitios de muestreo del predio.**



**2.6.2.3. Resultados**

En este apartado, se presenta las tablas finales de los volúmenes a derribar m<sup>3</sup>vta, resultado de la sumatoria del arbolado a partir de 5 cm (estrato arbustivo) y 10 cm (estrato arbóreo), por lo que a continuación se presentan los resúmenes de cómo se obtiene los volúmenes a través del programa selva 2001 y Excel tanto de la muestra como por la hectárea y la superficie total del cambio de uso de suelo mismo que está sustentado en el anexo digital cálculo de volumen y que se integra a dicho documento.

Con base en el análisis de los datos recabados de los sitios de muestreo, fue posible obtener la estimación del número de individuos por especie, área basal (m<sup>2</sup>) y volumen total por hectárea y por superficie de cambio de uso de suelo, del arbolado a partir de 5 cm de diámetro por lo que en la siguiente tabla se indica el número de individuos, área basal y volumen por hectárea y por superficie de afectación, (10.66 has).

**Tabla 2. 12. Volúmenes a derribar para la selva mediana subperennifolia, Arbolado mayor de 10 cm (estrato arbóreo).**

| Nombre común       | Nombre científico                | Datos de Inventario<br>(6,000 m <sup>2</sup> ) |                   |                      | Promedio/ ha |                   |                      |
|--------------------|----------------------------------|--|-------------------|----------------------|--------------|-------------------|----------------------|
|                    |                                  | No. Ind.                                       | AB m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> r vta | No. Ind.     | AB m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> r vta |
| Alamo              | <i>Ficus cotinifolia</i>         | 12   | 0.48              | 1.97                 | 20           | 0.80              | 3.29                 |
| Boichic (bop)      | <i>Coccoloba spicata</i>         | 16   | 0.26              | 1.35                 | 27           | 0.43              | 2.25                 |
| Bojon              | <i>Cordia gerascantus</i>        | 6  | 0.09              | 0.53                 | 10           | 0.15              | 0.88                 |
| Bolchiche (uvilla) | <i>Coccoloba diversifolia</i>    | 2  | 0.02              | 0.08                 | 3            | 0.04              | 0.14                 |
| Canchunup          | <i>Thouinia paucidentata</i>     | 12   | 0.13              | 0.64                 | 20           | 0.22              | 1.06                 |
| Caracolillo        | <i>Sideroxylom fuetidissimum</i> | 1  | 0.01              | 0.06                 | 2            | 0.02              | 0.09                 |
| Chaca              | <i>Bursera simaruba</i>          | 114  | 1.76              | 8.04                 | 190          | 2.94              | 13.39                |
| Chacte-viga        | <i>Caesalpinia violaceae</i>     | 2  | 0.04              | 0.17                 | 3            | 0.06              | 0.29                 |
| Chechem negro      | <i>Metopium brownei</i>          | 9  | 0.23              | 1.32                 | 15           | 0.38              | 2.19                 |
| Cocoite blanco     | <i>Gliricidia sepium</i>         | 11   | 0.14              | 0.63                 | 18           | 0.24              | 1.04                 |
| Dzidzilche         | <i>Gymnopodium floribundum</i>   | 2  | 0.02              | 0.06                 | 3            | 0.03              | 0.10                 |
| Flor de mayo       | <i>Plumeria rubra</i>            | 2  | 0.04              | 0.14                 | 3            | 0.06              | 0.24                 |
| Guano blanco       | <i>sabal yapa</i>                | 3  | 0.12              | 0.31                 | 5            | 0.20              | 0.51                 |
| Guaya              | <i>Melicoccus oliviformis</i>    | 1  | 0.01              | 0.04                 | 2            | 0.01              | 0.06                 |
| Guayacte           | <i>Malpigia lundeli</i>          | 1  | 0.01              | 0.03                 | 2            | 0.01              | 0.05                 |
| Higo               | <i>Ficus maxima</i>              | 2  | 0.05              | 0.21                 | 3            | 0.08              | 0.35                 |
| Jabin              | <i>Piscidia piscipula</i>        | 16   | 0.36              | 1.82                 | 27           | 0.61              | 3.03                 |
| Kanazin            | <i>Loncocarpus rugosus</i>       | 13   | 0.17              | 0.90                 | 22           | 0.29              | 1.51                 |
| Katalox            | <i>Swartzia cubensis</i>         | 1  | 0.03              | 0.12                 | 2            | 0.05              | 0.21                 |
| Kitanche           | <i>Caesalpinia gaumeri</i>       | 1  | 0.01              | 0.05                 | 2            | 0.02              | 0.09                 |
| Palo de gas        | <i>Amiris sylvatica</i>          | 3  | 0.04              | 0.21                 | 5            | 0.06              | 0.36                 |
| Roble              | <i>Ehretia tinifolia</i>         | 1  | 0.01              | 0.06                 | 2            | 0.02              | 0.11                 |
| Ruda               | <i>Diphysa cartagenensis</i>     | 3  | 0.03              | 0.18                 | 5            | 0.05              | 0.30                 |
| Shuul blanco       | <i>Lonchocarpus xuul</i>         | 48   | 0.51              | 2.84                 | 80           | 0.85              | 4.73                 |
| Silil              | <i>Diospyrus cuneata</i>         | 16   | 0.14              | 0.76                 | 27           | 0.23              | 1.26                 |
| Sipche             | <i>Bunchosia swartziana</i>      | 6  | 0.06              | 0.31                 | 10           | 0.10              | 0.51                 |
| Siricote           | <i>Cordia dodecandra</i>         | 1  | 0.01              | 0.05                 | 2            | 0.02              | 0.08                 |
| Subinche           | <i>Acacia dolichostaquia</i>     | 1  | 0.02              | 0.04                 | 2            | 0.03              | 0.07                 |
| Tadzi              | <i>Nea tenuis</i>                | 16   | 0.19              | 0.99                 | 27           | 0.32              | 1.65                 |
| Tojyub             | <i>Coccoloba acapulcensis</i>    | 1  | 0.01              | 0.03                 | 2            | 0.01              | 0.05                 |
| Tres marias        | <i>Forchammeria trifoliata</i>   | 1  | 0.01              | 0.05                 | 2            | 0.01              | 0.08                 |
| Tzalam             | <i>Lysiloma latisiliquum</i>     | 22   | 0.91              | 4.22                 | 37           | 1.51              | 7.04                 |
| Ya'axnik           | <i>Vitex gaumeri</i>             | 14   | 0.35              | 1.82                 | 23           | 0.58              | 3.03                 |
| <b>Total</b>       |                                  | <b>360</b>                                     | <b>6.25</b>       | <b>30.03</b>         | <b>600</b>   | <b>10.41</b>      | <b>50.05</b>         |

**Tabla 2. 13. Volúmenes a derribar para la selva mediana subperennifolia, arbolado menor de 10 cm (estrato arbustivo).**

| Nombre común   | Nombre científico                 | Datos de inventario 336 m <sup>2</sup> |                   |                    | Promedio por ha |                   |                    |
|----------------|-----------------------------------|--|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
|                |                                   | No. Ind.                               | AB m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> vta | No. Ind.        | AB m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> vta |
| Boichic (bop)  | <i>Coccoloba spicata</i>          | 4                                      | 0.02              | 0.06               | 119             | 0.47              | 1.80               |
| Bojon          | <i>Cordia gerascantus</i>         | 1                                      | 0.00              | 0.01               | 30              | 0.08              | 0.43               |
| Canchunup      | <i>Thouinia paucidentata</i>      | 4                                      | 0.01              | 0.06               | 119             | 0.39              | 1.75               |
| Chaca          | <i>Bursera simaruba</i>           | 4                                      | 0.01              | 0.03               | 119             | 0.37              | 0.94               |
| Chacni         | <i>Calyptanthes pallens</i>       | 6                                      | 0.01              | 0.05               | 179             | 0.38              | 1.59               |
| Cocoite blanco | <i>Gliricidia sepium</i>          | 1                                      | 0.01              | 0.02               | 30              | 0.19              | 0.71               |
| Guaya          | <i>Melicoccus oliviformis</i>     | 1                                      | 0.00              | 0.01               | 30              | 0.06              | 0.18               |
| Guayabillo     | <i>Psidium sartorianum</i>        | 1                                      | 0.00              | 0.01               | 30              | 0.08              | 0.30               |
| Kanazin        | <i>Loncocarpus rugosus</i>        | 1                                      | 0.00              | 0.02               | 30              | 0.11              | 0.45               |
| Majagua blanca | <i>Hampea trilobata</i>           | 2                                      | 0.01              | 0.02               | 60              | 0.17              | 0.66               |
| Peres-kuch     | <i>Croton glabellus</i>           | 1                                      | 0.00              | 0.01               | 30              | 0.08              | 0.24               |
| Roble          | <i>Ehretia tinifolia</i>          | 3                                      | 0.01              | 0.03               | 89              | 0.23              | 0.78               |
| Sak iitsa      | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 1                                      | 0.00              | 0.01               | 30              | 0.08              | 0.30               |
| Shuul blanco   | <i>Lonchocarpus xuul</i>          | 33                                     | 0.12              | 0.58               | 982             | 3.60              | 17.32              |
| Silil          | <i>Diospyrus cuneata</i>          | 8                                      | 0.03              | 0.13               | 238             | 0.86              | 3.83               |
| Sipche         | <i>Bunchosia swartziana</i>       | 22                                     | 0.06              | 0.23               | 655             | 1.85              | 6.86               |
| Tadzi          | <i>Nea tenuis</i>                 | 1                                      | 0.00              | 0.01               | 30              | 0.06              | 0.31               |
| Tres marías    | <i>Forchammeria trifoliata</i>    | 6                                      | 0.02              | 0.06               | 179             | 0.54              | 1.72               |
| <b>Total</b>   |                                   | <b>100</b>                             | <b>0.32</b>       | <b>1.35</b>        | <b>2976</b>     | <b>9.62</b>       | <b>40.19</b>       |

Una vez obtenidos los resultados de las Tabla 2. 12 y Tabla 2. 13, se procede a realizar la sumatoria de ambas tablas por especie, número de individuos, área basal y Volumen m<sup>3</sup>r vta del arbolado a partir de 5 cm (ambos estratos). En promedio por hectárea y la superficie total de cambio de uso de suelo. Por lo que este es el que se presenta en la siguiente tabla

**Tabla 2. 14. Volúmenes a derribar para la selva mediana subperennifolia, por la superficie total del proyecto. Para el estrato arbustivo y arbóreo.**

| Nombre común       | Nombre científico                | Promedio por ha |                   |                    | Total a derribar en 10.66 has |                   |                    |
|--------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|
|                    |                                  | No. Ind.        | AB m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> vta | No. Ind                       | AB m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> vta |
| Alamo              | <i>Ficus cotinifolia</i>         | 20              | 0.80              | 3.29               | 213                           | 8.53              | 35.04              |
| Boichic (bop)      | <i>Coccoloba spicata</i>         | 146             | 0.90              | 4.05               | 1553                          | 9.56              | 43.18              |
| Bojon              | <i>Cordia gerascantus</i>        | 40              | 0.23              | 1.31               | 424                           | 2.49              | 14.02              |
| Bolchiche (uvilla) | <i>Coccoloba diversifolia</i>    | 3               | 0.04              | 0.14               | 36                            | 0.41              | 1.50               |
| Canchunup          | <i>Thouinia paucidentata</i>     | 139             | 0.61              | 2.81               | 1482                          | 6.49              | 29.97              |
| Caracolillo        | <i>Sideroxylom fuetidissimum</i> | 2               | 0.02              | 0.09               | 18                            | 0.20              | 1.01               |
| Chaca              | <i>Bursera simaruba</i>          | 309             | 3.31              | 14.34              | 3294                          | 35.27             | 152.83             |
| Chacte-viga        | <i>Caesalpinia violaceae</i>     | 3               | 0.06              | 0.29               | 36                            | 0.63              | 3.11               |
| Chacni             | <i>Calyptanthes pallens</i>      | 179             | 0.38              | 1.59               | 1904                          | 4.06              | 16.99              |
| Chechem negro      | <i>Metopium brownei</i>          | 15              | 0.38              | 2.19               | 160                           | 4.02              | 23.38              |

| Nombre común   | Nombre científico                 | Promedio por ha |                   |                    | Total a derribar en 10.66 has |                   |                    |
|----------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|
|                |                                   | No. Ind.        | AB m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> vta | No. Ind                       | AB m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> vta |
| Cocoite blanco | <i>Gliricidia sepium</i>          | 48              | 0.43              | 1.75               | 513                           | 4.54              | 18.71              |
| Dzidzilche     | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 3               | 0.03              | 0.10               | 36                            | 0.31              | 1.09               |
| Flor de mayo   | <i>Plumeria rubra</i>             | 3               | 0.06              | 0.24               | 36                            | 0.64              | 2.54               |
| Guano blanco   | <i>Sabal yapa</i>                 | 5               | 0.20              | 0.51               | 53                            | 2.08              | 5.46               |
| Guaya          | <i>Melicoccus oliviformis</i>     | 32              | 0.07              | 0.24               | 341                           | 0.75              | 2.56               |
| Guayabillo     | <i>Psidium sartorianum</i>        | 30              | 0.08              | 0.30               | 317                           | 0.89              | 3.25               |
| Guayacte       | <i>Malpigia lundeli</i>           | 2               | 0.01              | 0.05               | 18                            | 0.14              | 0.54               |
| Higo           | <i>Ficus maxima</i>               | 3               | 0.08              | 0.35               | 36                            | 0.81              | 3.72               |
| Jabin          | <i>Piscidia piscipula</i>         | 27              | 0.61              | 3.03               | 284                           | 6.47              | 32.29              |
| Kanazin        | <i>Loncocarpus rugosus</i>        | 52              | 0.40              | 1.96               | 554                           | 4.29              | 20.85              |
| Katalox        | <i>Swartzia cubensis</i>          | 2               | 0.05              | 0.21               | 18                            | 0.50              | 2.22               |
| Kitanche       | <i>Caesalpinia gaumeri</i>        | 2               | 0.02              | 0.09               | 18                            | 0.20              | 0.96               |
| Majagua blanca | <i>Hampea trilobata</i>           | 60              | 0.17              | 0.66               | 635                           | 1.84              | 7.02               |
| Palo de gas    | <i>Amiris sylvatica</i>           | 5               | 0.06              | 0.36               | 53                            | 0.69              | 3.81               |
| Peres-kuch     | <i>Croton glabellus</i>           | 30              | 0.08              | 0.24               | 317                           | 0.89              | 2.57               |
| Roble          | <i>Ehretia tinifolia</i>          | 91              | 0.25              | 0.89               | 970                           | 2.61              | 9.50               |
| Ruda           | <i>Diphysa cartagenensis</i>      | 5               | 0.05              | 0.30               | 53                            | 0.57              | 3.16               |
| Sak iitsa      | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 30              | 0.08              | 0.30               | 317                           | 0.89              | 3.25               |
| Shuul blanco   | <i>Lonchocarpus xuul</i>          | 1062            | 4.45              | 22.05              | 11322                         | 47.48             | 235.05             |
| Silil          | <i>Diospyrus cuneata</i>          | 265             | 1.10              | 5.08               | 2822                          | 11.68             | 54.21              |
| Sipche         | <i>Bunchosia swartziana</i>       | 665             | 1.94              | 7.37               | 7086                          | 20.73             | 78.56              |
| Siricote       | <i>Cordia dodecandra</i>          | 2               | 0.02              | 0.08               | 18                            | 0.17              | 0.86               |
| Subinche       | <i>Acacia dolichostaquia</i>      | 2               | 0.03              | 0.07               | 18                            | 0.27              | 0.79               |
| Tadzi          | <i>Nea tenuis</i>                 | 57              | 0.38              | 1.96               | 608                           | 4.03              | 20.92              |
| Tojyub         | <i>Coccoloba acapulcensis</i>     | 2               | 0.01              | 0.05               | 18                            | 0.14              | 0.54               |
| Tres marias    | <i>Forchammeria trifoliata</i>    | 181             | 0.55              | 1.79               | 1929                          | 5.91              | 19.13              |
| Tzalam         | <i>Lysiloma latisiliquum</i>      | 37              | 1.51              | 7.04               | 391                           | 16.14             | 75.06              |
| Ya'axnik       | <i>Vitex gaumeri</i>              | 23              | 0.58              | 3.03               | 249                           | 6.22              | 32.34              |
| <b>Total</b>   |                                   | <b>3579</b>     | <b>20.03</b>      | <b>90.24</b>       | <b>38149</b>                  | <b>213.52</b>     | <b>961.97</b>      |

#### 2.6.2.4. Destino final de los productos resultantes del cambio de uso del suelo

Cabe señalar que el volumen total obtenido será de 961.97 m<sup>3</sup>vta, de madera contabilizados a partir de los 5 cm de diámetro y todo este volumen de madera será acumulado en un área temporal para que posteriormente por medio de maquinaria especializada (astilladoras) será triturado todo el volumen y posteriormente, este material vegetal será almacenado de forma temporal, para posteriormente ser utilizado como sustrato orgánico para las áreas verdes del proyecto.

Figura 2. 41. Trituración de los residuos vegetales



Figura 2. 42. Medición y marcaje de los árboles en el sitio de muestreo en el predio.



Figura 2. 43. Georreferenciación de los sitios de muestreo

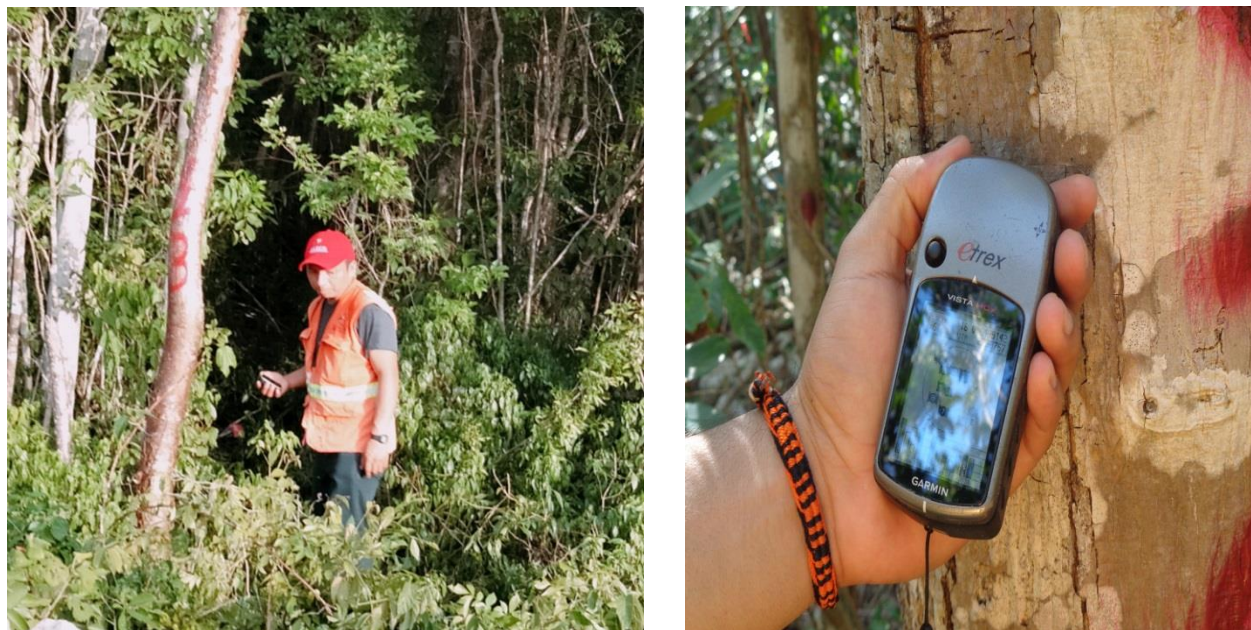


Figura 2. 44. Toma de datos de campo en el predio.



### 2.6.3. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo

De acuerdo con la fracción XLVI del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los recursos biológicos forestales: comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas para la investigación.

La diversidad biológica de todo ecosistema se refiere a los diferentes organismos vivos existentes en cualquier medio ambiente específico, a las diferencias genéticas de cada especie y su combinación e interacción en un complejo ecológico determinado.

#### 2.6.3.1. Estimación del Valor económico de los recursos forestales maderables.

La selva mediana presente en área del proyecto de acuerdo con la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie VI, INEG 2017 y las observaciones realizadas, este tipo de vegetación cubre el 100% de la totalidad del predio y corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades atreves de los años como la agropecuaria. Misma que fue abandonada hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región (Beulah, 1967, Gilberto, 1988, Wilma 2005, entre otros). De esta manera, se considera que este ecosistema en si corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que se observan de forma aislada como es el caso del chicozapote (*Manilkara zapota*). Por otra parte, la superficie que se afectara para el establecimiento del proyecto es de 10.66 hectáreas.

A diferencia de los parámetros de altura que se manifiestan en la serie VI, INEG 2017, para este tipo de vegetación esta se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan entre 8 y los 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo sea aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968)

Actualmente se observa a esta zona como una selva mediana con vegetación secundaria arbórea con alturas de 8 a 10 m y posiblemente algunos individuos más altos y diámetros entre 5 y 30 cm. donde los elementos componentes principales son las leguminosas como el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), el jabin (*Piscidia piscipula*) y kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), entre otros, así también el chacá (*Bursera simaruba*), ficus (*Ficus cotinifolia*), chechem (*Metopium brownei*), y además de la poca presencia de las palmas chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*) especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la presencia de algunos relictos de chicozapote (*Manilkara zapota*).

Así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presentes en la vegetación, es por ello por lo que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados.



Esta asociación vegetal en el área de estudio se constituye como una comunidad de tipo arbóreo-arbustiva, la altura en general varía entre los 8 y 10 m con buen grado de conservación. En general, presenta una estructura semi abierta en donde la gran mayoría de los elementos arbóreos que la integran se ubican dentro de las categorías de 5 a 30 cm de DAP y con árboles mucho más corpulentos, pero de tipo aislado, como es el caso del chicozapote entre otros. De acuerdo con el listado florístico presentado por estratos, esta asociación se caracteriza por la presencia de al menos 49 especies distribuidas en 25 familias sobresaliendo las especies perennifolias como la guaya (*Melicoccus oliviformis*), el chicozapote (*Manilkara zapota*), entre otros. Además de aquellos elementos caducifolios como son el chaca (*Bursera simaruba*), el jabin (*Piscidia piscipula*), ya'axnic (*Vitex gaumeri*), entre otros.

Esta asociación presenta un estrato medio-alto (arbóreo) de entre 5 a 10 m de altura en donde se observan individuos de las especies de, chechem (*Metopium brownei*), chaca (*Bursera simaruba*), jabin (*Piscidia piscipula*) entre otros, así también el ficus (*Ficus cotinifolia*) que generalmente se presenta con dos o tres individuos por surco. La estructura horizontal se complementa con un estrato arbustivo entre 3.1 a 4.9 m, con presencia de especies como, dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*), mahahua (*Hampea trilobata*), las palmas chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*) el peres-kuch (*Croton glabellus*) y el sak itsa (*Neomillspaughia emarginata*), entre otros, finalmente se tiene el estrato herbáceo-arbustivo que va de nivel del suelo hasta los 2.9 mts compuesto por la regeneración de los adultos presente además de la palma xiat (*Chamaedorea zeifizi*), la chaya (*Cnidioscolus multilobus*), el chilar (*Rivina humilis*), el plomoche (*Ardisia escallonioides*) y la presencia de bejucos como el sac ak (*Cydista potosina*) y el yax ak (*Arrabidea podopogon*) entre otros.

Una característica adicional de esta vegetación es la poca presencia de las palmas chit (*Thrinax radiata*) y nakax (*Coccothrinax readii*) especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En relación con las epifitas, es importante mencionar para el predio de estudio en específico, durante los recorridos para la toma de datos de vegetación no se observó la presencia de orquídea y/o bromelias, por lo que se entiende que esta zona no reúne las condiciones necesarias para su establecimiento.

Los factores físicos que condicionan la distribución de esta asociación corresponden a la presencia de suelos ligeramente evolucionados, rocosos, así como presencia de materia orgánica en descomposición. El suelo en el área es de tipo tzeke (Litosol-Rendzinas), con afloramiento de roca, por lo que presenta muy fácil drenaje aún durante la época lluviosa del año.

A pesar de las consideraciones antes referidas, debe mencionarse, que este tipo de vegetación de acuerdo con la normatividad vigente sigue siendo una asociación forestal con grado de selva (vegetación secundaria arbórea) por lo que el resto de la vegetación natural (41%) se mantendrá como área natural o de conservación.

Por otra parte, los últimos acontecimientos ciclónicos que afectaron la zona, la temporada pasada causaron afectaciones el cual se ve reflejado con la caída de ramas, copas y de los árboles Sin embargo la afectación que se dará por el cambio de uso del suelo a este tipo de vegetación es 10.66 hectáreas de un total de 17.92 has.

Tabla 2. 15. Listado general de especies de flora correspondiente al conjunto de predios por estratos.

| #                        | Nombre común       | Especie                          | Familia       |
|--------------------------|--------------------|----------------------------------|---------------|
| <b>Estrato arbóreo</b>   |                    |                                  |               |
| 1                        | Alamo              | <i>Ficus cotinifolia</i>         | Moraceae      |
| 2                        | Boichic (bop)      | <i>Coccoloba spicata</i>         | Poligonaceae  |
| 3                        | Bojon              | <i>Cordia gerascantus</i>        | Boraginaceae  |
| 4                        | Bolchiche (uvilla) | <i>Coccoloba diversifolia</i>    | Poligonaceae  |
| 5                        | Canchunup          | <i>Thouinia paucidentata</i>     | Sapindaceae   |
| 6                        | Caracolillo        | <i>Sideroxylum fuetidissimum</i> | Zapotaceae    |
| 7                        | Chaca              | <i>Bursera simaruba</i>          | Burseraceae   |
| 8                        | Chacni             | <i>Calyptanthus pallens</i>      | Myrtaceae.    |
| 9                        | Chacte-viga        | <i>Caesalpinia violaceae</i>     | Fabaceae      |
| 10                       | Chechem negro      | <i>Metopium brownei</i>          | Anacardiaceae |
| 11                       | Cocoite blanco     | <i>Gliricidia sepium</i>         | Fabaceae      |
| 12                       | Flor de mayo       | <i>Plumeria rubra</i>            | Apocynaceae   |
| 13                       | Guaya              | <i>Melicoccus oliviformis</i>    | Sapindaceae   |
| 14                       | Guayabillo         | <i>Psidium sartorianum</i>       | Myrtaceae.    |
| 15                       | Guayacte           | <i>Malpigia lundeli</i>          | Malpighiaceae |
| 16                       | Higo               | <i>Ficus maxima</i>              | Moraceae      |
| 17                       | Jabin              | <i>Piscidia piscipula</i>        | Fabaceae      |
| 18                       | Kanazin            | <i>Loncocarpus rugosus</i>       | Fabaceae      |
| 19                       | Katalox            | <i>Swartzia cubensis</i>         | Fabaceae      |
| 20                       | Kitanche           | <i>Caesalpinia gaumeri</i>       | Fabaceae      |
| 21                       | Palo de gas        | <i>Amiris sylvatica</i>          | Rutaceae      |
| 22                       | Roble              | <i>Ehretia tinifolia</i>         | Boraginaceae. |
| 23                       | Ruda               | <i>Diphyssa cartagenensis</i>    | Rutáceae      |
| 24                       | Shuul blanco       | <i>Lonchocarpus xuul</i>         | Fabaceae      |
| 25                       | Silil              | <i>Diospyrus cuneata</i>         | Evenaceae     |
| 26                       | Sipche             | <i>Bunchosia swartziana</i>      | Malpighiaceae |
| 27                       | Siricote           | <i>Cordia dodecandra</i>         | Boraginaceae  |
| 28                       | Subinche           | <i>Acacia dolichostaquia</i>     | Fabaceae      |
| 29                       | Tadzi              | <i>Nea tenuis</i>                | Nyctaginaceae |
| 30                       | Tojyub             | <i>Coccoloba acapulcensis</i>    | Poligonaceae  |
| 31                       | Tres marias        | <i>Forchammeria trifoliata</i>   | Capparaceae   |
| 32                       | Tzalam             | <i>Lysiloma latisiliquum</i>     | Fabaceae      |
| 33                       | Ya'axnik           | <i>Vitex gaumeri</i>             | Lamiaceae     |
| <b>Estrato arbustivo</b> |                    |                                  |               |
| 1                        | Majagua blanca     | <i>Hampea trilobata</i>          | Malvaceae     |
| 2                        | Nakas              | <i>Coccothrinax readii</i>       | Arecaceae     |
| 3                        | Peres-kuch         | <i>Croton glabellus</i>          | Euphorbiaceae |
| 4                        | Huano blanco       | <i>Sabal yapa</i>                | Arecaceae     |

| #                       | Nombre común     | Especie                           | Familia       |
|-------------------------|------------------|-----------------------------------|---------------|
| 5                       | Chit             | <i>Thrinax radiata</i>            | Arecaceae     |
| 6                       | Dzidzilche       | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | Poligonaceae  |
| 7                       | Sak iitsa        | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | Poligonaceae  |
| <b>Estrato herbáceo</b> |                  |                                   |               |
| 1                       | Chaya            | <i>Cnidoscolus multilobus</i>     | Euphorbiaceae |
| 2                       | Chilar           | <i>Rivina humilis</i>             | Palaemonoidea |
| 3                       | Paulinea         | <i>Paullinia pinnata</i>          | Sapindáceae   |
| 4                       | Sac ak           | <i>Cydista potosina</i>           | Bignoniaceae  |
| 5                       | Serjania         | <i>Serjania yucatanensis</i>      | Sapindaceae   |
| 6                       | Sicotria nervosa | <i>Sicotria nervosa</i>           | Rubiaceae     |
| 7                       | Xiat             | <i>Chamaedorea zeifrizii</i>      | Arecaceae     |
| 8                       | Xnantus          | <i>Ichnanthus lanceolatus</i>     | Poaceae       |
| 9                       | Yax ak           | <i>Arrabidaea podopogon</i>       | Bignoniaceae  |

Un recurso biológico frecuentemente tiene varios valores económicos simultáneamente. El caso de una selva o bosque es ilustrativo. Se puede valorar por su producción maderera (valor de uso directo); por la protección del acuífero y el suelo, por su contribución a la calidad del aire, por los servicios de auto sostenimiento para la riqueza biótica que contiene (valores de uso indirecto).

Las especies que se localizan en el sistema pueden tener usos potenciales futuros en alimentos, productos farmacéuticos o nuevas materias primas (valor de opción), y su conservación puede ser un bien en sí mismo para los individuos (valor de existencia) o por poderlos legar a sus descendientes (valor de herencia).

Es de notarse que los valores de uso directo pueden ser positivos o negativos con relación a la conservación del recurso, mientras que el resto de los valores tiene una connotación positiva casi siempre, particularmente.

Los usos extractivos concentran el impacto humano sobre los recursos naturales. En consecuencia, como ecosistema, la selva o el bosque ofrece recursos y servicios ambientales a la sociedad de acuerdo con Perrings et al. (1995), estos recursos y servicios se pueden clasificar en:

- Regulatorios (por ejemplo, control de la erosión)
- De producción (madera)
- De medio (auto conservación) y
- De información (investigación científica)

De forma particular y desde el punto de vista del aprovechamiento forestal, podemos mencionar que esta actividad ha estado ligada desde sus inicios a la rentabilidad económica tanto de los predios particulares como los ejidos, tal es el caso que en la actualidad quienes poseen vegetación de selva y aun no contando con especies preciosas, tienen la posibilidad de comercializar legalmente una serie de productos como madera dura en rollo o aserrada, así como para construcciones de palapas turísticas (palizada).

Para el predio donde se establecerá el nuevo proyecto, se puede decir que desde el punto de vista económico-forestal cuenta con especies maderables con características forestales de diámetros y alturas susceptibles de ser aprovechadas ya que corresponde a una asociación vegetal de selva mediana con vegetación secundaria arbórea.

De forma general, aun cuando se han descrito las características de este tipo de vegetación, si se tuviera la oportunidad de comercializar de acuerdo con las especificaciones del mercado, estas se clasificarían como palizada y se podría obtener de esta actividad una percepción económica como se detalla a continuación:

Tabla 2. 16. Estimación económica de los volúmenes a derribar por la superficie total

| Nombre común       | Nombre científico                 | Promedio por ha |                   |       | Total a derribar en 10.66 has |                   |                    |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------|-------|-------------------------------|-------------------|--------------------|
|                    |                                   | No. Ind.        | AB m <sup>2</sup> | M3vta | No. Ind                       | AB m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> vta |
| Alamo              | <i>Ficus cotinifolia</i>          | 20              | 0.80              | 3.29  | 213                           | 8.53              | 35.04              |
| Boichic (bop)      | <i>Coccoloba spicata</i>          | 146             | 0.90              | 4.05  | 1553                          | 9.56              | 43.18              |
| Bojon              | <i>Cordia gerascantus</i>         | 40              | 0.23              | 1.31  | 424                           | 2.49              | 14.02              |
| Bolchiche (uvilla) | <i>Coccoloba diversifolia</i>     | 3               | 0.04              | 0.14  | 36                            | 0.41              | 1.50               |
| Canchunup          | <i>Thouinia paucidentata</i>      | 139             | 0.61              | 2.81  | 1482                          | 6.49              | 29.97              |
| Caracolillo        | <i>Sideroxylom fuetidissimum</i>  | 2               | 0.02              | 0.09  | 18                            | 0.20              | 1.01               |
| Chaca              | <i>Bursera simaruba</i>           | 309             | 3.31              | 14.34 | 3294                          | 35.27             | 152.83             |
| Chacte-viga        | <i>Caesalpinia violaceae</i>      | 3               | 0.06              | 0.29  | 36                            | 0.63              | 3.11               |
| Chacni             | <i>Calypttranthes pallens</i>     | 179             | 0.38              | 1.59  | 1904                          | 4.06              | 16.99              |
| Chechem negro      | <i>Metopium brownei</i>           | 15              | 0.38              | 2.19  | 160                           | 4.02              | 23.38              |
| Cocoite blanco     | <i>Gliricidia sepium</i>          | 48              | 0.43              | 1.75  | 513                           | 4.54              | 18.71              |
| Dzidzilche         | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 3               | 0.03              | 0.10  | 36                            | 0.31              | 1.09               |
| Flor de mayo       | <i>Plumeria rubra</i>             | 3               | 0.06              | 0.24  | 36                            | 0.64              | 2.54               |
| Guano blanco       | <i>sabal yapa</i>                 | 5               | 0.20              | 0.51  | 53                            | 2.08              | 5.46               |
| Guaya              | <i>Melicoccus oliviformis</i>     | 32              | 0.07              | 0.24  | 341                           | 0.75              | 2.56               |
| Guayabillo         | <i>Psidium sartorianum</i>        | 30              | 0.08              | 0.30  | 317                           | 0.89              | 3.25               |
| Guayacte           | <i>Malpigia lundeli</i>           | 2               | 0.01              | 0.05  | 18                            | 0.14              | 0.54               |
| Higo               | <i>Ficus maxima</i>               | 3               | 0.08              | 0.35  | 36                            | 0.81              | 3.72               |
| Jabin              | <i>Piscidia piscipula</i>         | 27              | 0.61              | 3.03  | 284                           | 6.47              | 32.29              |
| Kanazin            | <i>Loncocarpus rugosus</i>        | 52              | 0.40              | 1.96  | 554                           | 4.29              | 20.85              |
| Katalox            | <i>Swartzia cubensis</i>          | 2               | 0.05              | 0.21  | 18                            | 0.50              | 2.22               |
| Kitanche           | <i>Caesalpinia gaumeri</i>        | 2               | 0.02              | 0.09  | 18                            | 0.20              | 0.96               |
| Majagua blanca     | <i>Hampea trilobata</i>           | 60              | 0.17              | 0.66  | 635                           | 1.84              | 7.02               |
| Palo de gas        | <i>Amiris sylvatica</i>           | 5               | 0.06              | 0.36  | 53                            | 0.69              | 3.81               |
| Peres-kuch         | <i>Croton glabellus</i>           | 30              | 0.08              | 0.24  | 317                           | 0.89              | 2.57               |
| Roble              | <i>Ehretia tinifolia</i>          | 91              | 0.25              | 0.89  | 970                           | 2.61              | 9.50               |
| Ruda               | <i>Diphysa cartagenensis</i>      | 5               | 0.05              | 0.30  | 53                            | 0.57              | 3.16               |
| Sak iitsa          | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 30              | 0.08              | 0.30  | 317                           | 0.89              | 3.25               |
| Shuul blanco       | <i>Lonchocarpus xuul</i>          | 1062            | 4.45              | 22.05 | 11322                         | 47.48             | 235.05             |
| Siill              | <i>Diospyrus cuneata</i>          | 265             | 1.10              | 5.08  | 2822                          | 11.68             | 54.21              |
| Sipche             | <i>Bunchosia swartziana</i>       | 665             | 1.94              | 7.37  | 7086                          | 20.73             | 78.56              |
| Siricote           | <i>Cordia dodecandra</i>          | 2               | 0.02              | 0.08  | 18                            | 0.17              | 0.86               |
| Subinche           | <i>Acacia dolichostaquia</i>      | 2               | 0.03              | 0.07  | 18                            | 0.27              | 0.79               |
| Tadzi              | <i>Nea tenuis</i>                 | 57              | 0.38              | 1.96  | 608                           | 4.03              | 20.92              |

| Nombre común | Nombre científico              | Promedio por ha |                   |              | Total a derribar en 10.66 has |                   |                    |
|--------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|
|              |                                | No. Ind.        | AB m <sup>2</sup> | M3vta        | No. Ind                       | AB m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> vta |
| Tojyub       | <i>Coccoloba acapulcensis</i>  | 2               | 0.01              | 0.05         | 18                            | 0.14              | 0.54               |
| Tres marias  | <i>Forchammeria trifoliata</i> | 181             | 0.55              | 1.79         | 1929                          | 5.91              | 19.13              |
| Tzalam       | <i>Lysiloma latisiliquum</i>   | 37              | 1.51              | 7.04         | 391                           | 16.14             | 75.06              |
| Ya'axnik     | <i>Vitex gaumeri</i>           | 23              | 0.58              | 3.03         | 249                           | 6.22              | 32.34              |
| <b>Total</b> |                                | <b>3579</b>     | <b>20.03</b>      | <b>90.24</b> | <b>38149</b>                  | <b>213.52</b>     | <b>961.97</b>      |

Tabla 2. 17. Estimación económica de los volúmenes a derribar (palizada).

| Tipo de vegetación                      | Superficie a afectar en has | Volumen a Derribar m <sup>3</sup> vta | Uso del recurso | Costo por m <sup>3</sup> | Valor total en pesos |
|---|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------|
| Selva mediana con vegetación secundaria | 10.66                       | 961.97                                | Palizada        | 450.00                   | 432,886.50           |
| <b>Total</b>                            |                             |                                       |                 |                          | <b>\$432,886.50</b>  |

### 2.6.3.2. Estimación del valor económico de los recursos no maderables.

#### Palmas y otras especies consideradas en la Norma Oficial.

La comercialización de la flora silvestre en la región no se encuentra regulada y los esfuerzos de estas acciones se encuentran enfocados en las especies que se encuentran bajo estatus de acuerdo con la Norma Oficial (NOM-059-SEMARNAT -2010).

En el pedio se observa de forma dispersa dos especies de palmas: palma chit (*Thrinax radiata*) y palma nakas (*Coccothrinax readii*), que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La producción y comercialización de estas especies protegidas poco a poco van encontrando valor en el mercado a través del esquema de regulación llamado Unidades de Manejo Ambiental de flora y fauna silvestre (UMA).

Para el caso de esta especie, en atención a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se realizó un levantamiento general en cada sitio de muestreo contabilizándose todos los individuos ya que se les observa muy dispersa y con poca presencia en el predio, por otra parte a consideración de la empresa promovente se presenta en la siguiente tabla un número aproximado del total de individuos de esta especie que son de interés para su rescate y que si se tuviera la oportunidad de comercializarlo se tendría un percepción económica siguiente:

Tabla 2. 18. Estimación económica de las palmas.

| Especie                    | Nombre común | Total a afectar En 10.66 has | Costo por planta | Valor total en pesos |
|----------------------------|--------------|------------------------------|------------------|----------------------|
| <i>Thrinax radiata</i>     | Chit         | 53                           | 300              | 15900                |
| <i>Coccothrinax readii</i> | Nakas        | 53                           | 300              | 15900                |
| <b>Total</b>               |              |                              |                  | <b>\$31, 800.00</b>  |

Plantas de interés y ornato:

Otras especies nativas que pueden ser de uso ornamental en la región y que se encuentran presentes en el predio y que en estos casos también serán afectados en la zona del proyecto, para estas al igual que las palmas se realizó un levantamiento general en cada sitio de muestreo contabilizándose en su totalidad por lo que de forma general se presenta en la siguiente tabla un número aproximado del total de individuos de dichas especies y que si estos fueran comercializados se tendría un percepción económica siguiente:

**Tabla 2. 19. Estimación económica de las plantas de ornato y/o de interés para su aprovechamiento.**

| Especie                        | Nombre común   | Total a afectar En 10.66 has | Costo por planta | Valor total en pesos |
|--------------------------------|----------------|------------------------------|------------------|----------------------|
| <i>Bursera simaruba</i>        | Chacá          | 160                          | 150              | 24000.00             |
| <i>Gliricidia sepium</i>       | Cocoite blanco | 53                           | 150              | 7950.00              |
| <i>Melicoccus oliviformis</i>  | Guaya          | 53                           | 150              | 7950.00              |
| <i>Hampea trilobata</i>        | Majagua blanca | 53                           | 150              | 7950.00              |
| <i>Chamaedorea zeifii</i>      | Xiat           | 53                           | 150              | 7950.00              |
| <i>Plumeria rubra</i>          | Flor de mayo   | 53                           | 150              | 7950.00              |
| <i>Sabal yapa</i>              | Huano blanco   | 53                           | 150              | 7950.00              |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> | Dzidzilche     | 53                           | 150              | 7950.00              |
| <b>Total</b>                   |                |                              |                  | <b>\$79, 650.00</b>  |

Obtención de Carbón vegetal

Esta actividad es el resultado de la transformación de la madera en rollo, producto del desmonte que en la gran mayoría de los predios tanto particulares como ejidales se desarrolla cuando estos son desmontados para el desarrollo de diversas actividades. Es importante mencionar, que el consumo de este producto continúa siendo una práctica común en una gran parte del mundo, ya que este recurso forma parte de unos de los principales insumos para la obtención de energía básica que permite satisfacer las necesidades de las poblaciones sobre todo en el medio rural y en la periferia de las grandes ciudades.

Tomando en consideración que el volumen resultante del cambio de uso de suelo del proyecto es de 961.97 m<sup>3</sup> rta de madera en rollo y que de acuerdo con los estudios realizados en el Estado en relación de la equivalencia de m<sup>3</sup>/toneladas de carbón; se tiene que por cada 5.84 m<sup>3</sup> de madera en rollo, se puede obtener 1 tonelada de carbón y que el costo de este producto es de 3,000.00 pesos por tonelada. Por lo que en este caso si este volumen fuera comercializado se tendría una percepción económica siguiente:

**Tabla 2. 20. Estimación económica del carbón vegetal.**

| Concepto       | Total a afectar 10.66 has | Costo por tonelada | Valor total en pesos |
|----------------|---------------------------|--------------------|----------------------|
| Carbón vegetal | 164.72 ton                | 3,000              | 494,160.00           |
| <b>Total</b>   |                           |                    | <b>\$494,160.00</b>  |

### Obtención de Tierra vegetal.

Para el caso del tramo Playa del Carmen – Puerto Morelos y en particular, para el conjunto de predios se reconoce la distribución de una sola asociación de suelo y que está integrada por aquellos del tipo (I+E/2).- Litosol más Rendzina de textura media. Para este tipo de suelo se debe mencionar que se observa afloramiento de roca distribuida en forma regular con presencia de una pequeña capa de materia orgánica sobre la cual se ha establecido la vegetación de selva.

Estos suelos presentan altas restricciones para su utilización con propósitos agrícolas debido a su escaso espesor y su abundante pedregosidad que afectan el crecimiento de las plantas. Sin embargo, presentan buen drenaje que favorece la infiltración del agua.

En este caso y para hacer una estimación del valor económico, se ha considerado el cálculo de la superficie a afectar y el volumen correspondiente de tierra vegetal. Para el área del proyecto, se observa una capa de suelo de alrededor de 3 cm. No obstante, este volumen no puede ser extraído de manera literal debido a la microtopografía existente en el terreno, es decir que este presenta gran cantidad de piedras y zonas donde literalmente no existe suelo, por lo que se ha considerado una capa de alrededor de 1 cm en promedio. Si este volumen fuera comercializado se tendría aproximadamente 10 m<sup>3</sup> de suelo por hectárea por lo que se tendría una percepción económica siguiente:

**Tabla 2. 21. Estimación económica de la tierra vegetal.**

| Concepto       | Vol. Total a afectar en<br>10.66 ha | Costo por m <sup>3</sup> | Valor Total en pesos |
|----------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------|
| Tierra vegetal | 106 m <sup>3</sup>                  | 250.00                   | 26, 500.00           |
| <b>Total</b>   |                                     |                          | <b>\$26, 500.00</b>  |

### 2.6.3.3. Estimación del valor económico de los recursos faunísticos

En general para la fauna, posee desplazamiento propio y que responde al menor ruido posible, por lo que es lógico de pensar que el movimiento del personal aunado al ruido ocasionado por la maquinaria ocasionará que esta se desplace a las zonas aledañas en donde no represente mayor riesgo.

Aun cuando el panorama para la fauna no es el adecuado, dado las condiciones antes expuestas y después de aplicar la metodología correspondiente se tiene que se registraron 20 especies en total, mayormente representadas por las aves (50%), seguido por los mamíferos (25%), mientras que los anfibios y reptiles fueron los grupos con menor incidencia. Lo anterior se sintetiza en la siguiente tabla.

**Tabla 2. 22. Listado faunístico por grupo presente en el área de estudio.**

| Grupo Faunístico | Especies | Familia |
|------------------|----------|---------|
| Aves             | 10       | 6       |
| Mamíferos        | 5        | 5       |

| Grupo Faunístico | Especies  | Familia   |
|------------------|-----------|-----------|
| Reptiles         | 3         | 3         |
| Anfibios         | 2         | 2         |
| <b>Total</b>     | <b>20</b> | <b>16</b> |

Si éstos fueran comercializados se tendría una percepción económica siguiente:

Tabla 2. 23. Estimación económica de la fauna.

| #                | N. Común                        | N. Científico      | Individuos por afectar | Costo por Ind. | Valor Total en Pesos |
|------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Aves</b>      |                                 |                    |                        |                |                      |
| 1                | <i>Columba flavirostris</i>     | Paloma morada      | 11                     | 100.00         | 1,100.00             |
| 2                | <i>Zenaida asiática</i>         | Paloma alas blanca | 5                      | 100.00         | 500.00               |
| 3                | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>   | Chara azul         | 15                     | 150.00         | 15,000.00            |
| 4                | <i>Icterus auratus</i>          | Bolsero yucateco   | 2                      | 250.00         | 500.00               |
| 5                | <i>Quiscalus mexicanus</i>      | Zanate             | 20                     | 100.00         | 2,000.00             |
| 6                | <i>Megarynchus pitangua</i>     | Luis Pico Grueso   | 2                      | 250.00         | 500.00               |
| 7                | <i>Tyrannus couchi</i>          | Tirano Salvador    | 4                      | 200.00         | 800.00               |
| 8                | <i>Minus gilvus</i>             | Cenzontle tropical | 12                     | 300.00         | 3,600.00             |
| 9                | <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero cheje   | 1                      | 300.00         | 300.00               |
| 10               | <i>Pitangus sulphuratus</i>     | Luis Bienteveo     | 7                      | 150.00         | 1,050.00             |
| <b>Subtotal</b>  |                                 |                    | <b>79</b>              |                | <b>\$25,350.00</b>   |
| <b>Mamíferos</b> |                                 |                    |                        |                |                      |
| 1                | <i>Didelphis marsupialis</i>    | Tlacuache          | 3                      | 150.00         | 450.00               |
| 2                | <i>Oryzomys couesi</i>          | Rata arrocera      | 2                      | 150.00         | 300.00               |
| 3                | <i>Nasua narica</i>             | Tejón              | 12                     | 300.00         | 3600.00              |
| 4                | <i>Sciurus yucatanensis</i>     | Ardilla gris       | 5                      | 300.00         | 1500.00              |
| 5                | <i>Urocyun cinereoargenteus</i> | Zorra gris         | 1                      | 500.00         | 500.00               |
| <b>Subtotal</b>  |                                 |                    | <b>23</b>              |                | <b>\$6,350.00</b>    |
| <b>Reptiles</b>  |                                 |                    |                        |                |                      |
| 1                | <i>Basiliscus vittatus</i>      | Tolock             | 2                      | 200.00         | 400.00               |
| 2                | <i>Boa constrictor</i>          | Boa                | 1                      | 500.000        | 500.00               |
| 3                | <i>Oxybeles fulgidus</i>        | Bejuquilla         | 1                      | 250.00         | 250.00               |
| <b>Subtotal</b>  |                                 |                    | <b>4</b>               |                | <b>\$1,150.00</b>    |
| <b>Anfibios</b>  |                                 |                    |                        |                |                      |
| 1                | <i>Smilisca baudinii</i>        | Rana trepadora     | 3                      | 100            | 300.00               |
| 2                | <i>Chanus marinus</i>           | Sapo/much          | 2                      | 100            | 200.00               |
| <b>Subtotal</b>  |                                 |                    | <b>5</b>               |                | <b>\$500.00</b>      |
|                  |                                 |                    |                        | <b>Total</b>   | <b>\$33,350.00</b>   |



#### 2.6.3.4. Estimación del valor económico de los servicios ambientales

##### Valoración de la pérdida del suelo.

La erosión es el proceso que, causando la pérdida neta de suelo, crea una reducción de los servicios ambientales ofrecidos por él. Los servicios ambientales llevados a cabo por el suelo van mucho más allá de la mera producción agrícola. El suelo es el primer receptor de los residuos urbanos, el filtro natural de las aguas de lluvia, un abastecedor de materia prima en varios procesos industriales, el lugar donde se desarrollan una multitud de procesos físicos, químicos y biológicos indispensables para la vida.

De acuerdo con lo anterior, la cuantificación del servicio regulación de la erosión se mide a través de la cantidad física de pérdida de suelo al momento de hacer la evaluación por hectárea. Por lo que los valores pueden estimar a partir de la ecuación de erosión del suelo propuesta por Vásquez-Navarrete (2011)<sup>3</sup>.

$$Re = Dap, * Ue * 104$$

Donde:

- Re = Pérdida física del suelo (Mg ha-1);
- Dap = Densidad aparente en (Mg m-3);
- Ue = Profundidad del suelo perdido por efecto erosión (m);
- 104 = Constante para transformar a Mg ha-1.

Asimismo, y de acuerdo con los datos antes referidos, la valoración económica de la regulación de la erosión se puede obtener mediante la siguiente expresión.

$$VRe = Re * Sue * Pre$$

Donde:

- VRe = Valor económico de la pérdida del suelo (dólares);
- Sue = La superficie con el servicio ecosistémico (ha);
- Pre = Precio por Mg de suelo (dólares Mg-1).

Considerando los resultados de la predicción de la pérdida de suelo para antes y después de la remoción de la vegetación en la zona de estudio se muestran en siguiente tabla (la metodología y desarrollo de esta estimación se presenta en el Anexo 6.1 del presente documento).

**Tabla 2. 24. Cálculo de la erosión durante las etapas del proyecto.**

| Etapa                 | Superficie a afectar | R         | K    | LS  | C    | P | Ton/Ha | Total 10.66 has |
|-----------------------|----------------------|-----------|------|-----|------|---|--------|-----------------|
| Situación actual (sin | 10.66                | 13.069.92 | 0.02 | 0.1 | 0.10 | 1 | 0.1006 | 1.0719          |

<sup>3</sup> Vázquez Navarrete, C.J., E.E. Mata, D.J. Palma, G. Márquez, A. López. 2011. Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales en Zonas con Influencia Petrolera en Tabasco, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Villahermosa, Tabasco, México. 100 p.

| Etapa   | Superficie a afectar | R         | K    | LS  | C    | P | Ton/Ha  | Total 10.66 has |
|---|----------------------|-----------|------|-----|------|---|---------|-----------------|
| proyecto)   |                      |           |      |     |      |   |         |                 |
| Situación con proyecto y sin practicas antierosivas | 10.66                | 13.069.92 | 0.02 | 0.1 | 0.10 | 1 | 10.0557 | 107.1908        |
| Situación con proyecto y practicas antierosivas     | 10.66                | 13.069.92 | 0.02 | 0.1 | 0.10 | 1 | 1.0056  | 10.7191         |

Por lo anterior se tiene:

- $Re = 10.0557 * 1.6 * 1 = 16.089121$
- $VRe = 16.08912 * 10.66 * 29 = 4,973.79$  Dólares.

La evaluación económica de la regulación de la erosión de suelo se realiza mediante la técnica de costo de sustitución. En este sentido, el precio de referencia internacional de este servicio oscila entre 29 - 245 USD ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. El costo en moneda nacional de esta valoración sería del orden de los \$ 102,161.64 pesos (considerando el tipo de cambio a \$ 20.54 pesos al 04 de noviembre de 2021). Además, y en este caso, se ha optado por el mínimo valor de proceso erosivos ya que la región es considerada como “sin degradación aparente” (SEMARNAT, 2008).

#### Valoración del depósito de carbono por hectárea.

Los ecosistemas que retiran dióxido de carbono de la atmósfera son conocidos bajo el nombre de sumideros, los cuales lo almacenan en compuestos orgánicos que conforman la biomasa y la materia orgánica. Cuando los mismos cumplen con su ciclo de vida caen al suelo, se descomponen e incorporan al mismo y constituyen una de las formas de mitigación del efecto invernadero (Martino, 2000). Los ecosistemas forestales pueden absorber cantidades significativas de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), principal gas de efecto invernadero (GEI). El dióxido de carbono presente en la atmósfera es absorbido por las plantas, a través del proceso de fotosíntesis. Por este medio, las plantas convierten la energía de la luz solar en energía química aprovechable para los organismos vivos.

En este sentido, las selvas o bosques almacenan grandes cantidades de carbono (C) en la vegetación y el suelo; además de que los intercambian con la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración. Como producto de este hecho, en las últimas décadas ha surgido un interés considerable por incrementar el contenido de carbono (C) en la vegetación terrestre mediante la conservación forestal, la reforestación, la agroforestería y otros métodos de manejo del suelo. 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 través de la quema acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global.

El valor de depósito de carbono en los bosques y selva ha sido valorado por Muñoz (1994) 4 y los costos se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2. 25. Valor en dólares del depósito de carbono por hectárea (Muñoz, 1994).**

| Bosque templado caducifolio | Bosque tropical Caducifolio | Bosque templado | Bosque tropical siempreverde |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------------|
| 600                         | 1,800                       | 3,000           | 3,600                        |

En este caso, el ecosistema que se distribuye en el inmueble del proyecto ha sido clasificado como Bosque tropical perennifolio secundario<sup>5</sup>. Por lo que con base en los estimados que se presentan en la tabla anterior, el depósito de carbono que propician los recursos forestales del área de cambio de uso de suelo les corresponde un valor de \$ 3,600 dólares por hectárea. Así que las 10.66 ha de cambio de uso de suelo que se solicitan a través del presente documento tendría un valor de 38,376 dólares, (considerando el tipo de cambio a \$ 20.54 pesos al 04 de noviembre de 2021) se tiene un costo de \$ 788,243.04 pesos.

De acuerdo con la propuesta de Muñoz (op cit), este tipo de estimación de incluir una valoración de los costos de la liberación de carbono, misma que en muchas situaciones aún se realiza bajo el sistema Roza-Tumba-Quema, proceso a través del cual se transfiere a la atmósfera el Carbono almacenado. En este caso, en la siguiente tabla se muestran los costos que pudieran implicar el costo medido en carbono liberado por la transformación de un bosque tropical.

**Tabla 2. 26. Pérdidas por cambio de suelo por hectárea (CSERGE, 1993)**

| TIPO DE BOSQUE         | CAMBIO DE USO DE SUELO (EN DÓLARES) |             |
|------------------------|-------------------------------------|-------------|
|                        | PASTURA PERMANENTE                  | AGRICULTURA |
| Templado caducifolio   | 693                                 | 1,887       |
| Tropical caducifolio   | 3,436                               | 3,633       |
| Templado conífero      | 643                                 | 1,863       |
| Tropical siempre verde | 3,410                               | 3,337       |

Partiendo de lo anterior, los costos de reparación de daños por convertir las 10.66 ha de cambio de uso de suelo a un pastizal tendría un costo estimado de 3,410 dólares por hectárea, es decir, correspondería a \$ 36,350.60 dólares de acuerdo con el tipo de cambio referido de \$ 20.54 pesos al 04 de noviembre de 2021), se tiene un costo de \$ 746,641.32 pesos.

### Valoración de los servicios Ambientales Hidrológicos

Para llevar a cabo la estimación económica indirecta de estos servicios, se tomaron como base los valores que presenta la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en sus reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016<sup>6</sup>, en relación con el concepto de pago por el concepto de apoyo por los Servicios Ambientales Hidrológicos en el área 1, misma que es correspondiente con las Áreas Naturales Protegidas y Zonas Núcleo. Por lo que, en este caso, el pago es

4 Muñoz, P.C. 1994. The Economic Value of Mexican Biodiversity. O'Toole R. y K. Hess Jr., Incentives for Protecting Northamerican Biodiversity, vol. 1, núm. 3. Oregon.

5 [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong\\_nal\\_06/tema\\_03/29\\_ocio\\_becerril.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_03/29_ocio_becerril.pdf)

6 Diario Oficial de la Federación del 31 de diciembre de 2015. REGLAS de Operación del Programa Nacional Forestal 2016. (Continúa de la Sexta Sección)

correspondiente a un valor de hasta \$ 1,100.00/Ha. De esta manera, en la siguiente tabla se presenta la valoración indirecta del costo de los recursos que se habrán de derivar por el cambio de uso de suelo del proyecto.

**Tabla 2. 27. Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.**

| Concepto                           | Costo unitario | Unidad   | Superficie de afectación (ha) | Costo total del recurso biológico |
|------------------------------------|----------------|----------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Servicios ambientales Hidrológicos | \$ 1,100       | Hectárea | 10.66                         | \$ 11,726.00                      |

Debido a que la superficie que será desmontada para el desarrollo del proyecto corresponde con 10.66 ha, el costo estimado mediante la valoración indirecta de los recursos hidrológicos que pudieran ser afectados por el cambio de uso de suelo asciende a \$ 11,726.00 pesos.

**Tabla 2. 28. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales (Flora y fauna).y servicios ambientales.**

| Recurso                         | Total a afectar por cambio de uso de suelo | Valor total en pesos    |
|---------------------------------|--|-------------------------|
| Palizada                        | 10.66 hectáreas                            | \$ 432, 886.50          |
| Palmas                          |  | \$ 31, 800.00           |
| Plantas de interés y de ornato  |  | \$ 79, 650.00           |
| Carbón vegetal                  |  | \$ 494, 160.00          |
| Tierra vegetal                  |  | \$ 26, 500.00           |
| Fauna                           |  | \$ 33,350.00            |
| Servicios ambientales (Suelo)   |  | \$102, 161.64           |
| Servicios ambientales (Carbono) |  | \$788, 243.04           |
| Servicios hidrológicos (Agua)   |  | \$11,726.00             |
| <b>Total</b>                    |  | <b>\$2, 000, 477.18</b> |

#### 2.6.4. Etapa de construcción

Esta etapa contempla la realización de las obras de urbanización del predio, desde la nivelación del terreno y formación de terraplenes, la instalación de infraestructura de servicios, hasta los acabados de las vialidades.

##### a. Conexión a los servicios básicos

##### I. Red de agua potable

Para dotar de agua potable al predio se realizarán las obras de conexión de acuerdo con los especificado y aprobado por la CAPA. Sucesivamente se habilitará la red de agua potable interna del proyecto para dotar de agua a cada pie de lote; realizando la conexión general al lote siguiendo las normas de la CAPA, construyendo la red interna y tendiendo las conexiones necesarias a fin de alcanzar las zonas habitacionales.

El procedimiento para la construcción de la red de agua potable interna consistirá en la excavación de zanjas en seco utilizando una máquina zanjadora que las abrirá a una

profundidad máxima de 3 m y ancho máximo de 1.20 m para extraer material tipo "C". El material obtenido será depositado un costado de la excavación.

El paso siguiente consistirá en la colocación de una plantilla de material tipo "B", seleccionado del producto de la excavación y compactado en capas de 20 cm con pisón de mano o mecánico al 80%. El relleno será acostillado en zanjas con material seleccionado de la excavación, cribado y compactado en capas de 20 cm con pisón de mano o mecánico al 90% Proctor.

Finalmente se aplicará el relleno a volteo con material seleccionado tipo "B", producto de la excavación, compactado en capas de 20 cm con pisón de mano o mecánico al 90% Proctor. También se realizará el suministro, instalación, junteo y prueba hidrostática de tubería de PVC hidráulico de diferentes diámetros, de acuerdo con ubicación y función de red Rd-32.5 de 3" o Rd- 32.5 de 6" de diámetro tipo anger, sistema inglés, marca omega o similar. Instalación de tes de PVC hidráulico de 75 x 75 mm de diámetro, tapones campana de PVC hidráulico de 75 mm de diámetro, codos de PVC hidráulico de 90 x 75 mm de diámetro tipo anger, sistema inglés, marca omega o similar. Así como construcción de atraques de concreto  $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ , de 0.40 x 0.40 x 0.30 m de sección, instalación de 6 válvulas de seccionamiento de vástago fijo de fofo de 75 y 150 mm de diámetro, para presiones de 8.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

El proyecto contempla también la construcción de cajas de operaciones t-2 de 1.60 x 1.50 x 1.27 m a base de muro de bloques de 15 x 20 x 40 cm, asentado con mortero cemento- polvo de piedra en proporción 1:5., castillos de 15 x 15 cm a base de concreto  $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ , habilitado con armex de 3 hilos, dala perimetral de 10 x 15 cm a base de concreto  $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ , habilitado con 2 aceros de refuerzo del número 3 con estribos del No. 2 x 20 cm; acabado interior a tres capas (rich 1:2:5, emparche 1:4:12 y estuco 1:18:9) con 2.50 cm de espesor promedio y acabado pulido integral; losa de concreto  $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$  de 20 cm de espesor, habilitada con acero de refuerzo del número 3 x 10 cm en ambos sentidos, con contramarcos de sencillo de 1.10 m y marco a base de perfil estructural tipo liviano de 100 mm con tapa estándar para agua potable de 50 x 50 y 75 de 152 Kg; piso de 10 cm de espesor a base de concreto  $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ , habilitado con acero de refuerzo del número 3 x 30 cm en ambos sentidos.

## II. Red de drenaje sanitario

El sistema de alcantarillado sanitario será construido de manera independiente al pluvial y conducirá el agua residual que se genere en las viviendas y áreas comunes directamente a la red municipal para su debido tratamiento y disposición final. La red municipal se localizará a pie del predio, por lo que se construirá la red interior del fraccionamiento y la interconexión siguiendo la norma de la CAPA.

El procedimiento para la instalación de la red de drenaje sanitario consistirá en excavar zanjas en seco, con una máquina zanjadora, a una profundidad máxima de 3 m y ancho máximo de 1.20 m, para extraer material tipo "C" que será depositado a un costado de la excavación. Incluye afine de fondo y taludes.

Se proseguirá con la colocación de plantilla con material tipo "B", seleccionado del producto de la excavación y compactado en capas de 20 cm con pisón de mano o mecánico al 80 %. Se realizará el relleno acostillado en zanjas con material seleccionado de la excavación, cribado y compactado en capas de 20 cm con pisón de mano o mecánico al 90 % Proctor.

Finalmente se colocará el relleno a volteo con material seleccionado tipo "B", producto de la excavación, compactado en capas de 20 cm. con pisón de mano o mecánico al 90% Proctor. Se realizará la nivelación de rasante de tubería para su tendido a lo largo de la zanja, suministro e instalación, junteo y prueba de tubería de PVC para alcantarillado serie 25 de 8" (200 mm) de diámetro, marca omega o similar. Se colocarán pozos de visita comunes de 1.50 m de profundidad total. Los pozos serán prefabricados con concreto armado y junteados en anillos de 0.25 metros de altura; incluye bombeo de achique en caso de requerirse, brocal y tapa de hierro fundido para tránsito pesado, fabricación de media caña, sellado de paredes interiores con sellador y masilla y forjado de brocal.

### III. Red de drenaje pluvial

El proyecto contempla la perforación de pozos pluviales de 12" de diámetro y 35 m de profundidad con forro de PVC en los primeros 8 m o lo que al respecto indique la Comisión Nacional del Agua a través de la autorización correspondiente. Incluye movimiento de equipo, suministro y colocación de tubería PVC para ademe de 10" con rasurado de 6 m de largo. Cada pozo contará con cajas arenosas de 2.50 x 1.80 x 1.80 m construidas a base bloques de 15 x 20 x 40 cm, con piso de concreto  $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$  de 15 cm de espesor con malla de 6 x 6/10-10. Incluye colocación de rejilla tipo Irving, cadena de enrase, plantilla de grava limpia y malla de protección en tubería.

### IV. Red de distribución de energía eléctrica

El sistema de electrificación del fraccionamiento considerará la colocación de distintos transformadores de capacidad variables entre 75 Kva y 300 Kva tipo pedestal una boquilla en media tensión, anillo norma CFE, más transformadores tipo pedestal una boquilla en media tensión, anillo norma CFE.

Se colocarán conexiones de tierra física hasta el manto freático con electrodo de cobre desnudo de 1/0 relleno con carbón, sal limadura de hierro y tierra vegetal, colocación de derivadores múltiples de cuatro vías en registro de baja tensión, derivadores múltiples de seis vías en registro de baja tensión y derivadores múltiples de ocho vías en registro de baja tensión. Se colocarán también marbetes en registro, con sello de silicón en tuberías, tendido de conductor de aluminio con aislamiento de xlp configuración triplex cal 1/0 en baja tensión, tendido de cable de cobre desnudo de No. 3/0, tendido de cable de cobre desnudo de No. 1/0, tendido de cable de cobre desnudo de No. 2. Construcción de registros de boca de pozo de 0.70 x 1.35 x 1.05 m (interior). Incluye colocación de tapas metálicas de fofo con marco de 0.70 x 0.70 m, muro de bloques de 15 cm, acabado pulido, firme de concreto de  $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ , castillos ahogados y cadena perimetral de nivelación. El tendido eléctrico será subterráneo o perimetral para evitar la afectación visual del proyecto. Todas las viviendas contarán con medidor de consumo eléctrico individual.

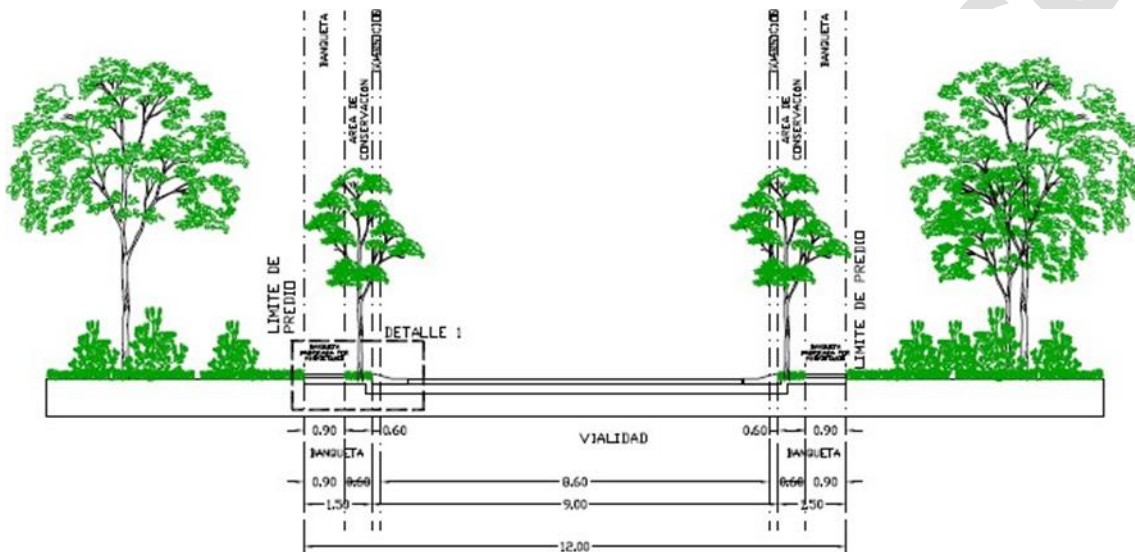
#### b. Construcción de vialidades internas

Una vez realizada la nivelación, se procederá al corte con maquinaria del estrato rocoso, en el caso que sea necesario, para obtener el nivel de proyecto de la primera capa llamada terraplén. Para la conformación de la primera capa del terraplén se usará el material producto del corte que se trillará y bandeará (Pedraplén).

Las capas sucesivas se conformarán con el acarreo, distribución y compactación al 90 % del peso volumétrico suelto (según normas de la S.C.T.) de material de relleno, con ayuda de maquinaria y agua, hasta llegar a la última capa del terraplén llamada capa subrasante que tendrá un espesor constante (normalmente 20 o 15 cm). Encima de la capa subrasante se conformará la base hidráulica que es una capa de grava controlada (cementante) de espesor constante de 15 cm compactada al 95 % del P.V.S. que servirá para finalmente extender la capa del pavimento elaborado de concreto hidráulico, con espesor de 16 cm y de  $f'c = 200\text{kg/cm}^2$ .

Finalmente, se instalará el equipamiento necesario para los accesos del predio como es el caso de las casetas de vigilancia y pórtico.

Figura 2. 45. Representación gráfica del diseño de las vialidades.



### c. Proceso constructivo en los lotes unifamiliares y plurifamiliares

#### Preliminares

Se realizarán los estudios de mecánica de suelo para conocer la resistencia del terreno, así como la nivelación y excavaciones para la cimentación de la edificación. En el caso de las unidades plurifamiliares, el proceso constructivo en la mayoría de los casos es a base de marcos rígidos con estructura de concreto o acero.

#### Cimentación

En esta etapa se conformarán los elementos estructurales de concreto o mampostería y que darán soporte al edificio, además de las preparaciones para las instalaciones que se alojarán a ese nivel.

#### Muros

Una vez realizada la cimentación, se levantarán los muros y apoyos que delimitarán el espacio y también podrán formar parte de la estructura de la vivienda. En este momento se introducirán las canalizaciones de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

### Losas

Pueden ser cubiertas o entresijos y su estructura armada o sistema prefabricado.

### Instalaciones

Las instalaciones hidrosanitarias se conformarán en el subsuelo y adosadas a los muros. Las instalaciones eléctricas contarán con sus canalizaciones y cableado de cobre y aluminio. Las instalaciones de voz y datos solo contarán con canalizaciones.

### Puertas y ventanas

La fabricación de puertas y ventanas será a base de aluminio y madera y su colocación dependerá de la conclusión de las instalaciones.

### Acabados

Este es el último paso donde se colocarán los acabados a base de mosaicos, pisos pastas, pintura, además de los impermeabilizantes en las cubiertas.

#### d. Agua potable

Una vez que el avance en la urbanización del predio lo permita, se contempla la comercialización de las Unidades y la construcción de viviendas por parte de los adquirentes. El procedimiento de construcción de las viviendas es el siguiente:

- a) Cimentación, levantamiento de muros y colocación de pisos y techumbres, se realizará con las siguientes características:
  - Firme de cimentación de 10 a 12 cm de espesor armado con malla electrosoldada 6x6/10-10, de concreto premezclado  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Cimientos a base de zapatas y contratraves corridas de concreto premezclado  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  con refuerzos en acero.
  - Estructura de muros de carga de block de 15 x 20 x 40 cm, con castillos y traves de concreto armado.
  - Losas de entresijos y azotea a base de vigueta 12-5 y bovedilla de 15 cm de espesor con capa de compresión de 5 cm, reforzada con malla electrosoldada 6x6/10-10, de concreto premezclado  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Resistencia de concreto  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  y el acero  $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$ .
  - La resistencia del concreto hecho en obra para castillos ahogados  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Los muros y plafones exteriores e interiores serán aplanados con fino de tres capas y pintura blanca. Serán resistentes al agua y a temperaturas ambientales extremas para uso en áreas humeas, interiores y exteriores, asentado con adhesivo para pisos, junteado a 3 mm con boquilla. Lambrín en área húmeda de los baños y en cocina.



e. Instalación de ingenierías

*Instalación hidráulica y sanitaria.* La instalación hidráulica será canalizada en losa de cimentación y losa de entepiso a base de tubería y conexiones de C-PVC hidráulico Flowguard Gold para agua potable y en PVC sanitario para tubería y conexiones sanitaria.

*Instalación eléctrica.* Las canalizaciones serán a base de poliducto de diferentes diámetros, curvas fabricadas en obra, registros, cajas y chalupas. Cableado marca Condulac o similar Centro de carga marca con interruptores termomagnéticos marca Siemens. Apagadores y contacto marca Niessen modelo Alpha.

f. Acabados

*Carpintería.* Las puertas serán de tambor, aluminio o similar con antepecho en madera cedrillo importado de triplay 6 mm, incluye; molduras, cerradura, bisagras tipo libro en acero inoxidable o similar.

*Cancelería.* Los cancelos y ventanas serán de aluminio nacional y/o importado provisto de corredizas según diseño. Incluyen mosquiteros y sellado perimetral exterior e interior.

*Impermeabilizaciones.* Las azoteas serán impermeabilizadas con aplicación de acrílico elastomérico o similar.

*Pintura.* La pintura empleada será vinil-acrílica en muros y plafones, exteriores e interiores.

*Teléfono y TV.* Se canalizará instalación para salida de teléfono. Por otra parte, se canalizará la instalación para salida de televisión.

*Preparación para aire acondicionado.* Se realizará el suministro y colocación de tubería de PVC sanitario para la funda de tuberías de aire acondicionado. Se instalará la salida para el drenaje de equipo de aire acondicionado hacia el jardín a base de tubería de PVC hidráulico.

### 2.6.5. Etapa de operación y mantenimiento

Esta etapa consistirá en la ocupación de las viviendas, y el mantenimiento de estas. Se contempla una vida útil del proyecto de 100 años, misma que podrá variar con base en el mantenimiento que se dé al fraccionamiento. En la siguiente Tabla 2. 29 se presentan las principales actividades a realizar durante la etapa de operación y mantenimiento.

**Tabla 2. 29. Descripción de las actividades en la etapa de operación y mantenimiento.**

| Actividad                            | Acciones   |
|--------------------------------------|--|
| Jardinería de áreas verdes comunes   | Corte, poda y limpieza de pasto y setos, de acuerdo con el programa.               |
| Mantenimiento del sistema de riego.  | Purga de línea, limpieza de boquillas, revisión de válvulas, reparación de fugas.  |
| Mantenimiento del alumbrado público. | Revisión de encendido de lámparas, cambio de unidades malas, ajuste de conexiones. |

| Actividad                           | Acciones  |
|-------------------------------------|---|
| Limpieza de registros pluviales:    | Se hace el retiro de los residuos vegetales.  |
| Mantenimiento de señalización vial  | Mantenimiento a la pintura de la señalización vial y ajuste de los letreros que lo requieran. |
| Reparaciones menores de albañilería | Reparación de vialidades, banquetas, guarniciones y registros existentes.                     |
| Limpieza de áreas comunes           | Recolección de basura con frecuencia de acuerdo con el programa.                              |

### 2.6.6. Etapa de abandono del sitio

No se contempla el abandono del sitio. Una vez autorizada la construcción del proyecto, se procederá a realizar el mismo, que se estima tendrán una vida útil de al menos, 100 años una vez terminada su construcción; tiempo que podría alargarse en función del mantenimiento que se les brinde a las edificaciones.

## 2.7. Materiales, equipo e insumos requeridos para el desarrollo del proyecto

### 2.7.1. Materiales y equipo por etapa

La maquinaria y equipo requeridos durante la etapa de preparación y construcción del Proyecto se muestran en la siguiente tabla

Tabla 2. 30. Relación de maquinaria requerida por etapa de desarrollo del Proyecto.

| Materiales y equipo |   |  |  |
|---------------------|---|--|--|
| Etapa               | Maquinaria  | Equipo   | Materiales   |
| Preparación         | EXCAVADORAS 320, CARGADOR FRONTAL, TRITURADORA DE ROCA, TRITURADORA DE MADERA, RETROEXCAVADORAS, MOTOCONFORMADORA, COMPACTADOR, CAMIONES DE 14 m3 | ESTACION TOTAL, ESTADAL, BALIZAS, EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL. | MALLA NARANJA DE PROTECCION, CAL, ESTACAS.   |
| Construcción        | RETROEXCAVADORAS, ZANJADORA DE ESPADA, ZANJADORA DE DISCO, COMPACTADOR, MINICARGADOR, CAMIONES DE 14 m3.  | ESTACION TOTAL, ESTADAL, BALIZAS, EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL. | MALLA NARANJA DE PROTECCION, CAL, ESTACAS, CEMENTO, AGREGADOS, TUBERIA, CONDUCTORES. |

Es importante señalar que la lista mencionada es indicativa más no limitativa, ya que es posible que por requerimientos especiales durante el avance de la obra se requiera maquinaria, equipo o material adicional.

### 2.7.2. Energía Eléctrica

Durante la etapa de preparación y construcción del Proyecto, la obtención de la energía se hará a través de generadores de gasolina para la oficina de campo y el alumbrado. A su vez para la etapa de operación del Proyecto, el abastecimiento de energía se hará a través de la CFE. La carga asignada por lote unifamiliar varía de 2.5 KVA a 3 KVA, la demanda diaria se verá afectada por los factores de ocupación y utilización. Se adjunta la factibilidad otorgada por CFE a todo el Plan Maestro Ciudad Mayakoba con No ZRIV-FHD-0590/15 en donde están consideradas las viviendas de este proyecto y la factibilidad otorgada por CFE a este proyecto en particular con No ZRM-DPLA/0599/2018 (Anexo 2.3).

### 2.7.3. Consumo de agua

Durante la etapa de preparación y construcción del Proyecto, el agua potable se obtendrá a través de pipas, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 2. 31. Suministro de agua durante las etapas de preparación y construcción.**

| Suministro de Agua |                                       |
|--------------------|---------------------------------------|
| Etapa              | Volumen estimado                      |
| Preparación        | 60 PIPAS DE 10,000 LTS<br>600,000 LTS |
| Construcción       | 80 PIPAS DE 10,000 LTS<br>800,000 LTS |

Durante la operación y mantenimiento, el suministro será proporcionado por la red municipal propiedad del organismo CAPA y operada por la concesionaria "Aguakan". La dotación se considera 230 l/hab-día (para climas cálidos), se cuenta con 385 unidades y a razón de 4.5 habitantes por vivienda, se calcula un gasto medio diario de 4.61 LPS. Se adjunta la factibilidad otorgada por CAPA y la concesionaria Aguakan (DHC) a todo el Plan Maestro Ciudad Mayakoba en donde están consideradas las viviendas de este proyecto y la factibilidad otorgada por CAPA a este proyecto en Particular (Anexo 2.4)

### 2.7.4. Consumo de combustibles por etapa

Durante la construcción, se utilizarán Diesel y gasolina como combustible, en un promedio de 400 L diarios de Diesel y 20 L diarios de gasolina para cada etapa, tal y como se señala en la Tabla:

**Tabla 2. 32. Demanda de combustible por etapa.**

| Combustibles |          |                  |
|--------------|----------|------------------|
| Etapa        | Tipo     | Volumen estimado |
| Preparación  | Diesel   | 400 lt/Diarios   |
|              | Gasolina | 20 lt/Diarios    |
| Construcción | Diesel   | 400 lt/Diarios   |
|              | Gasolina | 20 lt/Diarios    |

Para la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto, el combustible que será utilizado dentro de las viviendas será el Gas estacionario (Gas LP), del cual se estima un consumo medio de 1.5 l/hab\*día, lo que implicará un consumo de 200 l/vivienda\*mes, esto es, 77,000 litros por mes una vez que se encuentren totalmente habitado el proyecto.

### 2.7.5. Mano de obra requerida por etapa

En cuanto a la mano de obra, se estima que se requerirá aproximadamente 245 personas para el desarrollo del proyecto, de los cuales 70 serán requeridos durante la preparación, 175 durante la etapa de construcción y 5 para el seguimiento ambiental. Cabe señalar que, para la construcción de las viviendas como tal, no se estima la cantidad de personal ya que este valor puede ser variable dependiendo de cada propietario o desarrollador.

**Tabla 2. 33. Mano de obra requerida por etapa (Nota: para la construcción de las viviendas no se contempla el número de personal requerido ya que dependerá de cada propietario que adquiera los lotes del proyecto)**

| CONCEPTO              |   | Personal requerido por Etapa |
|-----------------------|---|------------------------------|
| Preparación           | Delimitado  | 10                           |
|                       | Rescate de vegetación y de fauna silvestre          | 15                           |
|                       | Desmante  | 15                           |
|                       | Despalme  | 15                           |
|                       | Nivelación y compactación                           | 15                           |
| Construcción          | Conexión a los servicios básicos                    | 110                          |
|                       | Vialidades internas, caseta de vigilancia y pórtico | 50                           |
|                       | Delimitación de áreas verdes naturales              | 10                           |
|                       | Construcción de viviendas                           |                              |
| Seguimiento ambiental |   | 5                            |
| TOTAL                 |   | 245                          |

### 2.7.6. Manejo de agua residual y saneamiento.

Durante la etapa de preparación y construcción del sitio serán generadas únicamente aguas residuales procedentes de los desechos hidrosanitarios de los trabajadores durante su respectiva jornada, para tal fin se pretende contratar servicios de sanitarios portátiles, siendo importante mencionar la limpieza y disposición se realizara a través del proveedor del servicio quien dará el tratamiento adecuado, para asegurar la eficiencia del servicio este proveedor deberá encontrarse dentro del padrón de prestadores de servicios para recolección, transporte y manejo de residuos de la SECRETARIA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE DE QUINTANA ROO, se pretende atender una relación de 1 (uno) sanitario por cada 25 trabajadores.

Durante la operación del Proyecto se considera la generación de aguas residuales provenientes de las viviendas que conformarán El Proyecto, las cuales se descargarán a una red de colectores interiores que conectarán a un de colector de la red municipal para su conducción y disposición final a una planta de tratamiento de aguas residuales propiedad del organismo CAPA y operada por la concesionaria “Aguakan”

**Tabla 2. 34. Manejo de aguas residuales durante la etapa de desarrollo del Proyecto.**

| Manejo de aguas residuales |   |                       |
|----------------------------|---|-----------------------|
| Etapa                      | Manejo  | Volumen estimado (m3) |
| Preparación                | Se llevará a cabo la extracción de las aguas residuales de las letrinas instaladas en la obra, con una periodicidad de 3 veces por semana. Este servicio se llevará a cabo por la empresa arrendataria de los sanitarios. | 0.5                   |
| Construcción               | Se llevará a cabo la extracción de las aguas residuales de las letrinas instaladas en la obra, con una periodicidad de 3 veces por semana. Este servicio se llevará a cabo por la empresa arrendataria de los sanitarios. | 40                    |
| Operación                  | Las aguas residuales que se generen durante la operación del proyecto se conducirían al colector de la red municipal  | 8 l/s                 |

## 2.8. RESIDUOS Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

A continuación, se enlistan los residuos sólidos y líquidos y las emisiones a la atmósfera que serán generados por causa del proyecto, objetivo del presente proyecto, una vez éste haya sido autorizado. De igual manera se describe su manejo y disposición.

### 2.8.1. Residuos solidos

Se prevé se generen residuos sólidos de carácter urbano, de manejo especial y peligrosos. Tanto los residuos sólidos urbanos como los peligrosos procederán de una generación incidental, no relacionada directamente con el desmonte, por lo que se generarán mínimamente. Los residuos sólidos urbanos serán generados por la presencia del personal encargado de efectuar la construcción, y consistirán en residuos de alimentos, aluminio, tereftalato de polietileno, polietileno de alta densidad, policloruro de vinilo, polietileno de baja densidad, polipropileno, poliestireno, otros plásticos, residuos de textiles y residuos sanitarios. Los peligrosos consistirán en envases de grasas, aceites lubricantes gastados y combustibles; y materiales impregnados con hidrocarburos.

Por su parte, los residuos de manejo especial serán generados directamente por causa del proyecto y consistirán en residuos vegetales producto del desmonte, integrados por ramas, troncos, raíces, hojas, etc.; y en residuos edáficos y pétreos, consistentes en capas de tierra y piedras que serán removidos durante el despalme.

En el Tabla 2. 35 se detalla la disposición, tratamiento y/o destino final de los residuos sólidos que se generarán durante la construcción y operación del proyecto.

**Tabla 2. 35. Disposición de residuos generados por el proyecto “Senderos Poniente”.**

| TIPO DE RESIDUO  |                        | FORMA DE DISPOSICIÓN   |  |
|------------------|------------------------|--|--|
| Residuos sólidos | Urbanos reciclables    | Empresas especializadas y autorizadas por el gobierno del estado para la recolección de subproductos reciclables.                            |  |
|                  | Urbanos no reciclables | Sistema de recolección, transporte y disposición final municipal o transporte directo al relleno sanitario de la ciudad de Playa del Carmen. |  |
|                  | De manejo especial     | Residuos vegetales producto del desmonte   | Trituración y almacenamiento provisional. Se empleará para el mantenimiento de las plantas rescatadas y para el enriquecimiento de las áreas verdes naturales. |
|                  |                        | Residuos edáficos y pétreos.   | El material que se obtenga del despalme, será cribado para separar el material pétreo de la tierra vegetal.  |
|                  | Sanitarios             | Sistema de recolección, transporte y disposición final municipal o transporte directo al relleno sanitario de la ciudad de Playa del Carmen. |  |

| TIPO DE RESIDUO | FORMA DE DISPOSICIÓN   |
|-----------------|--|
| Peligrosos      | Empresa recolectora especializada y autorizada por la federación para la recolección, transporte y disposición de residuos peligrosos. |

### 2.8.2. Residuos líquidos

Durante la realización del proyecto se prevé se generen aguas residuales negras provenientes de los sanitarios portátiles que se instalarán para uso de los trabajadores. Los sanitarios portátiles serán rentados a una empresa autorizada por la Autoridad competente, que será la responsable del recogido periódico de las aguas negras para su traslado a alguna planta tratamiento de aguas residuales.

Adicionalmente, durante las etapas posteriores al desmote, se seguirán generando aguas residuales domésticas. Durante la etapa de construcción se seguirá la misma estrategia de arrendar sanitarios portátiles; mientras que, para la operación, se habrá instalando una red interna de drenaje sanitario conectado a la red de drenaje municipal, por medio de la cual se canalizarán las aguas residuales a alguna planta de tratamiento.

Por otra parte, la maquinaria que se empleará para efectuar el desmote, podría fugar combustibles y otros aditamentos químicos que podrían contaminar el suelo. Lo cual se evitará cerciorándose del estado óptimo de los automotores. Esta misma estrategia se seguirá para la etapa de construcción; mientras que, durante la operación, los automotores serán responsabilidad de los propietarios particulares de las Unidades.

### 2.8.3. Emisiones a la atmosfera

La construcción se realizará por medios mecánicos y manuales; por lo que se prevé el uso de maquinaria. Lo que conducirá a la liberación de emisiones a la atmósfera provenientes de maquinaria y vehículos con motores de gasolina y diésel, que operan mediante energía térmica obtenida de combustibles fósiles, generadores de gases de escape como producto de la combustión interna.

Los gases que se emiten por los motores de combustión interna pueden ser de dos tipos: inofensivos y tóxicos. Los inofensivos son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), oxígeno (O<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O) y nitrógeno (N<sub>2</sub>). Los tóxicos son monóxido de carbono (CO), óxidos nítricos (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos no quemados (HC), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas de hollín (MP).

Con el uso de catalizadores o convertidores catalíticos pueden depurarse prácticamente el 100% de los gases tóxicos resultantes de la combustión interna de automotores, ya sean de gasolina o diésel, en condiciones normales de funcionamiento. Por lo que la promovente preferirá el uso de automotores que cuenten con ellos. En caso de no ser posible por causa de fabricación, la promovente se cerciorará que todos los automotores que se usen por causa de la construcción del proyecto se encuentren en óptimo estado.

Asimismo, se prevé que la situación anteriormente descrita se repetirá durante las etapas de construcción, siguiéndose la misma estrategia; así como para la operación. Para esta última, el

uso de automotores de combustión interna serán responsabilidad de los propietarios de las Unidades.

### 2.8.3.1. Generación de gases de efecto invernadero

Por la naturaleza propia del Proyecto se espera la Generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que, de acuerdo con su alcance, la fuente de generación podrá ser Directa e Indirecta. En Tabla 2. 36 se presentan los procesos en los cuales se espera la GEI según la etapa de implementación, así como el tipo de gases que se podrían generar.

**Tabla 2. 36. Generación de GEI por el Proyecto.**

| Alcance          | Preparación  | Construcción  | Operación   |
|------------------|--|---|---|
| <b>Directo</b>   | Se deberán a la combustión de los combustibles (Diesel) requeridos para la operación de la maquinaria y equipo que se usarán para el acondicionamiento del terreno   | Combustión del combustible (Diesel) requerido para la operación de la maquinaria y equipo usado para la construcción del Proyecto.  | Combustión del Gas LP utilizado para las cocinas y baños de las Amenidades y Club de Playa.   |
| <b>GEI-D</b>     | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O   | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O  | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O  |
| <b>Indirecto</b> | Generados por el consumo de energía eléctrica que se utilizará para abastecer de energía las instalaciones provisionales, tales como oficinas, comedor, bodegas y demás. Así como la iluminación del predio. | Consumo de energía eléctrica utilizada para abastecer las instalaciones provisionales del Proyecto y la iluminación provisional, así como para la alimentación de la bomba para la extracción de agua del pozo 2. | Consumo de energía eléctrica para la operación del Proyecto. La cual será suministrada por la red de energía eléctrica diseñada y construida de manera específica del Proyecto. |
| <b>GEI-I</b>     | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O   | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O  | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O  |

Para realizar la estimación de la emisión directa de CO<sub>2</sub> equivalente de las obras y actividades del Proyecto durante la etapa de preparación, se aplicará la siguiente metodología de cálculo por factores de emisión de acuerdo con lo establecido en el *Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero* publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015. Se calculará la cantidad que se genera de cada GEI mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$E_{CO_2} = VC \times PC \times FE_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = VC \times PC \times FE_{CH_4}$$

$$E_{N_2O} = VC \times PC \times FE_{N_2O}$$

Dónde:

E<sub>CO2</sub> Emisiones de dióxido de carbono en toneladas [t]

E<sub>CH4</sub> Emisiones de metano en kilogramos [kg]

E<sub>N2O</sub> Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]

VC Consumo de combustible al año en litros [L] o metros cúbicos [m<sup>3</sup>]

PC Poder calorífico de cada combustible [MJ/L o MJ/m<sup>3</sup>]



**FE** Factor de emisión de cada gas [t/MJ o Kg/MJ]

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Art. Sexto fracción 2, del Acuerdo (DOF, 2015), sus valores se enlistan en la Tabla 2. 37. Dicho Acuerdo también señala que para la estimación de la emisión indirecta por consumo de electricidad se aplicará la siguiente fórmula:

$$E_{CO_2e} = W_{Elect} \times FE_{Elect}$$

Dónde:

$E_{CO_2e}$  Emisiones de dióxido de carbono equivalente proveniente del consumo de energía eléctrica [t CO<sub>2e</sub>]

$W_{Elect}$  Consumo de energía eléctrica [MWh]

$FE_{Elect}$  Factor de emisión por consumo de energía eléctrica [t CO<sub>2</sub>/MWh]

El  $FE_{Elect}$  que se deberá usar es el que publique año con año la SEMARNAT, que de acuerdo con su último reporte emitido el 01 de junio de 2017, se podrá usar el factor de emisión eléctrico reportado al 2015 y que corresponde a **0.458 toneladas de CO<sub>2</sub> / MWh**.

**Tabla 2. 37. Factores para el cálculo de emisiones directas e indirectas de GEI.**

| Combustible       | CO <sub>2</sub> (t/MJ)  | CH <sub>4</sub> (t/MJ) | N <sub>2</sub> O (t/MJ) |
|-------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Diesel            | 7.41 E-05               | 3.00 E-06              | 6.00 E-07               |
| Gasolina y naftas | 6.93 E-05               | 3.00 E-06              | 6.00 E-7                |
| Electricidad      | CO <sub>2</sub> (t/MWh) |                        |                         |
| Consumo           | 0.458                   |                        |                         |

A partir de la aplicación de las fórmulas y factores anteriores, en la Tabla 2. 38 se presentan las estimaciones de la cantidad de emisiones de GEI que se generarán durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

**Tabla 2. 38. Estimación de la generación de Gases de Efecto Invernadero por etapa del Proyecto.**

| Etapa de Preparación del Sitio |                 |                        |                        |                         |  |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--|
| Combustible                    | Consumo (L/año) | CO <sub>2</sub> (t/MJ) | CH <sub>4</sub> (t/MJ) | N <sub>2</sub> O (t/MJ) | Emisiones anuales GEI (tCO <sub>2e</sub> /año) |
| Gasolina                       | 7,300           | 16.30                  | 0.71                   | 0.14                    | 17.15  |
| Diesel                         | 146,000         | 388.93                 | 15.75                  | 3.15                    | 407.82   |
| Etapa de Construcción          |                 |                        |                        |                         |  |
| Combustible                    | Consumo (L/año) | CO <sub>2</sub> (t/MJ) | CH <sub>4</sub> (t/MJ) | N <sub>2</sub> O (t/MJ) | Emisiones anuales GEI (tCO <sub>2e</sub> /año) |

|                           |                      |   |       |      |        |
|---------------------------|----------------------|---|-------|------|--------|
| Gasolina                  | 7,300                | 16.30   | 0.71  | 0.14 | 17.15  |
| Diesel                    | 146,000              | 388.93  | 15.75 | 3.15 | 407.82 |
| <b>Etapa de Operación</b> |                      |   |       |      |        |
| <b>Electricidad</b>       | <b>Consumo (Kwh)</b> | <b>Emisiones anuales GEI (tCO<sub>2</sub>e/año)</b> |       |      |        |
| Consumo                   | 17,520               | 8,024   |       |      |        |

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

Se instalarán contenedores de alta capacidad, acondicionados con rótulos de identificación (Figura II:9), que serán colocados en sitios estratégicos en los diferentes frentes de trabajo, donde serán visibles en todo momento, para contener por separado los residuos que no son reciclables ni reutilizables de los que sí lo son, así como para acopiar por separado los residuos reciclables y reutilizables.

Figura 2. 46. Ejemplos de pictogramas para la rotulación de contenedores para reciclaje de residuos sólidos



Los residuos quedarán contenidos en bolsas colocadas al interior de cada contenedor para facilitar su manejo. En la Figura 2. 47 se muestran algunos ejemplos de estos contenedores que se pretende utilizar, los cuales tendrán la característica de ser herméticos al cerrarse, para evitar la proliferación de fauna nociva.

Asimismo, se habilitarán sitios de acopio y almacenamiento temporal para los residuos sólidos que se generen; de manera que diariamente se vaciarán los contenedores en dichos sitios, en espera de su disposición final. Para facilitar la recolección interna de los residuos, los sitios de acopio se seleccionarán por su proximidad a las fuentes generadoras.

**Figura 2. 47. Ejemplos de contenedores herméticos que se dispondrán en la obra.**



Las áreas de acopio y almacenamiento contarán preferentemente con piso de sascab compactado para minimizar filtraciones de lixiviados al subsuelo, con malla electrosoldada perimetral (o cualquier otro material que sirva de barrera) para evitar la dispersión de residuos por el viento o por fauna silvestre y feral. Adicionalmente, podrán contar con techo de lámina para el resguardo de los residuos ante los elementos. Finalmente dependiendo del tipo de residuo, variarán las características de las áreas de acopio y almacenamiento:

- Para los residuos sólidos urbanos, se contará con un contenedor metálico al interior para la contención de residuos de alimentos.
- Para los residuos de manejo especial se dispondrán de dos áreas: una para el acopio de residuos pétreos y material de despalme; y otra para el acopio de residuos vegetales.
- Para los residuos peligrosos, se contará con un almacén temporal que estará debidamente señalizado para prevenir el uso de fuego en sus inmediaciones, además de contar con un extinguidor a no más de 10 m de distancia. Al interior se contará con dos contenedores metálicos con tapaderas y rótulos para la contención de residuos sólidos y uno más de características semejantes para los residuos líquidos.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO  
MODALIDAD B REGIONAL**

**PROYECTO:  
SENDEROS  
PONIENTE**



**CAPÍTULO 3**

## CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

### 3.1. INTRODUCCIÓN

La empresa [REDACTED] (en adelante la Promovente) con fundamento en lo dispuesto por los artículos 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 5º incisos O) fracción I, Q) y R), 9, 10 fracción I, 11, 13, 14 de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental; 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento; así como en el “ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan” emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, somete a evaluación de esa H. Autoridad Ambiental el Documento Técnico Unificado modalidad B Regional (DTU-BR) respecto del proyecto denominado “**Senderos Poniente**” (en adelante referido como “**el Proyecto**”).

En efecto, el artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece que *la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.*

De igual forma, dicho artículo en sus fracciones VII, IX y X, señala que deberán obtener la autorización de impacto ambiental quienes pretendan llevar a cabo las siguientes obras: i) cambio de uso de suelo en terrenos forestales; ii) desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; y, iii) obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

En ese mismo sentido, lo establece el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental en su artículo 5º incisos O), Q), y R).

Se transcriben dichas disposiciones para pronta referencia.

De la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente:

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

[...]

*VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;*

[...]

*IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;*

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

[...]

Del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental:

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

**O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:**

*I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables...*

**Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:**

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

**R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:**



*II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;*

***III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y***

*IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.*

*En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.*

En virtud de lo anterior, se desprende que el Proyecto de mi representada encuadra en lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, toda vez que el Proyecto que mi representada pretende realizar trata de un conjunto de obras y actividades que se pretenden realizar en una región ecológica determinada.

Por lo que, dando cabal cumplimiento a lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental se presenta el Documento Técnico Unificado en su modalidad regional.

Por otro lado, el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable señala que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

A su vez, el artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece el contenido que deberán tener los Estudios Técnicos Justificativos.

Se transcriben dichas disposiciones jurídicas para pronta referencia:

De la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

*Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*



Del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

*Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:*

- I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;*
- II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM;*
- III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;*
- IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;*
- V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;*
- VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;*
- VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;*
- VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;*
- IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;*
- X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;*
- XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;*
- XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;*
- XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;*
- XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y*
- XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.*

*La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.*

*Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.*

En virtud de lo anterior, y ya que el Proyecto que pretende realizar mi representada contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, le resulta aplicable lo dispuesto en los artículos transcritos en el párrafo inmediato anterior.

Derivado de lo anterior, y toda vez que se desprende que el Proyecto que pretende realizar mi representada requiere de la Autorización de Impacto Ambiental y de la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales<sup>1</sup>, con fundamento en lo dispuesto por el artículo 14 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, así como por lo dispuesto por el numeral DÉCIMO del “ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan” emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación<sup>2</sup>, mi representada presenta en este documento la información relativa a ambos proyectos.

---

<sup>1</sup> Lo anterior de conformidad con lo dispuesto por los artículos 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 5º incisos O) fracción I, Q) y R) de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental; 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento.

<sup>2</sup> DECIMO. Los trámites unificados, objeto del presente Acuerdo, se llevarán a cabo en un procedimiento único el cual se desarrollará conforme a las etapas y plazos establecidos para la evaluación del impacto ambiental descritos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En el caso del trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, una vez integrado el expediente respectivo y paralelamente al procedimiento descrito en el artículo 34 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Autoridad Resolutora enviará copia del documento técnico unificado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción.

Transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación.

Concluido el procedimiento, la Autoridad Resolutora otorgará la autorización, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida.

De igual forma y de conformidad con lo dispuesto por los numerales PRIMERO y SEGUNDO fracción V del multicitado “ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan” emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, **se desprende que el proyecto de mi representada encuadra en la “modalidad B”**, lo anterior, al tratarse de un Proyecto que comprende tanto las obras y actividades descritas en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como las descritas en las fracciones IX y X de dicho Ordenamiento y que, a su vez, requiere de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales prevista en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Se transcriben dichas disposiciones para pronta referencia:

Del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental:

*Artículo 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.*

Del ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan” emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación:

**PRIMERO.** *Se establecen los trámites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal, este último en sus modalidades A y B, los cuales son opcionales para los interesados y, por lo tanto, no anulan o limitan el derecho de éstos para solicitar las autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, de cambio de uso de suelo forestal y en materia de impacto ambiental de manera separada.*

**SEGUNDO.** *Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por:*

[...]

**V.** *Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B: es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para la obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.*

[...]

En virtud de todo lo anterior, y con fundamento en lo dispuesto por los artículos 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 5º incisos O) fracción I, Q) y R), 9, 10 fracción I, 11, 13, 14 de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental; 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento; así como en el “ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan” emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, mi representada somete a evaluación de esa H. Autoridad Ambiental el Documento Técnico Unificado modalidad B Regional (**DTU-BR**) respecto del Proyecto.

### **3.2. ANTECEDENTES CIUDAD MAYAKOBA**

El proyecto “**Senderos Poniente**” tiene su origen en el plan maestro denominado Ciudad Mayakoba autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficios No. SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013 y su posterior modificación en materia de impacto ambiental autorizada mediante el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016. Dicho plan maestro contempla el desarrollo urbano orientado al producto de vivienda media plurifamiliar con servicios y al producto residencial con campo de golf, además del equipamiento necesario para su funcionamiento. Incluye la construcción de vialidades, red de agua potable, electricidad, telefonía, alcantarillado y drenaje pluvial, así como la delimitación de lotes para uso habitacional unifamiliar, turístico residencial, comercial, hotelero, de servicios turísticos recreativos, de equipamiento y de servicios de apoyo.

- El 11 de diciembre del 2012, se ingresó a evaluación de la Dirección de General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) la Manifestación de Impacto Ambiental Regional del proyecto denominado “El Ximbal” al cual se le asignó la clave 23QR2012T0048.
- La secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales autorizó de manera condicionada mediante el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013. El proyecto consistente en un conjunto de obras y actividades para el desarrollo urbano, orientado al producto de vivienda media plurifamiliar y al producto residencial con un total de 17,167 viviendas (habitacional, residencial y comercial) en 91 macro lotes, un campo de golf de 18 hoyos con siete lagos artificiales impermeabilizados, área deportiva, casa club, y taller de mantenimiento, así como un vivero, 8 tipos de vialidad, una planta desaladora de ósmosis inversa, una planta de tratamiento de aguas residuales, sistema eléctrico y servicios para telecomunicaciones, en un predio con una superficie de 409.25 hectáreas.
- El 18 de diciembre del 2013, la promovente solicitó a DGIRA la modificación de los Términos Primero y Segundo, así como del programa calendarizado de trabajo para la ejecución del proyecto denominado “El Ximbal” autorizados en el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013.



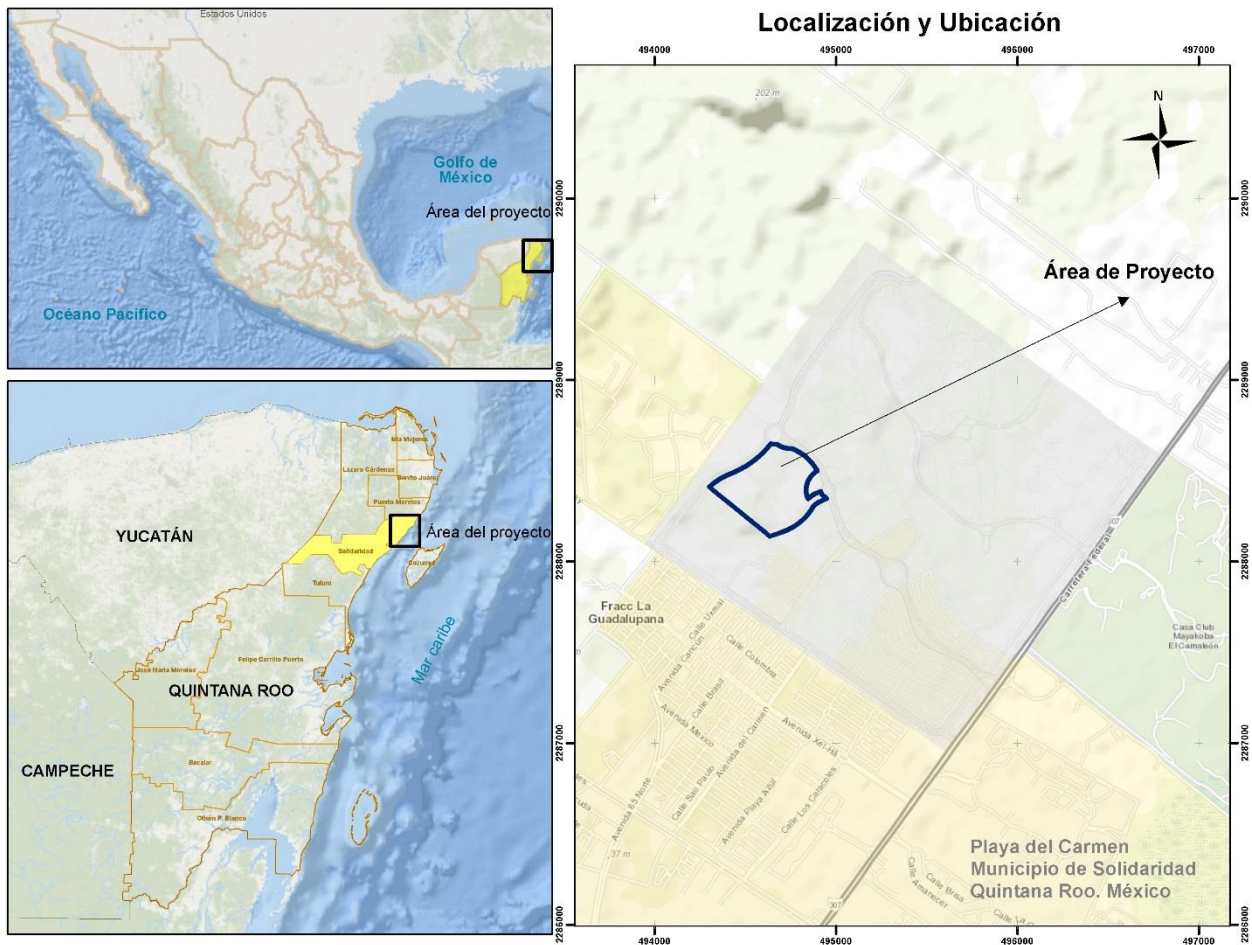
- El 01 de octubre de 2020 se ingresó a esta Dirección el trámite de modificación para la relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidades de edificación del plan maestro Ciudad Mayakoba. Esta modificación fue autorizada mediante oficio SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020.
- Hasta la fecha se han presentado de manera oportuna los Informes de Cumplimiento de Términos y Condicionantes ante su H. Autoridad, cumpliendo con las obligaciones legales y ambientales que se han plasmado en los diversos oficios resolutivos del proyecto Ciudad Mayakoba, otrora, “El Ximbal”.
- El predio donde se ejecutará el Proyecto, se ubica en el kilómetro 299 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria-Puerto Juárez, en la zona norponiente de la ciudad Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo. A su vez, éste se inserta en el macroproyecto autorizado en materia de impacto ambiental Ciudad Mayakoba.

El proyecto denominado “Senderos Poniente” consiste en el desarrollo urbano orientado al producto de vivienda plurifamiliar y unifamiliar, diseñado en armonía con el medio ambiente, incluyendo extensas áreas verdes a las que se integre la infraestructura adecuada para llevar a cabo las actividades requeridas y contempladas en el plan maestro Ciudad Mayakoba.

### **3.3. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

El Proyecto se ubica a la altura del kilómetro 299 de la carretera Federal 307, Reforma Agraria – Puerto Juárez, en la zona norponiente de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo. Asimismo, se inserta en el Lote 15, del proyecto Ciudad Mayakoba (Figura 3. 1).

Figura 3. 1. Localización general del Proyecto.



Las obras y actividades que engloban el proyecto están contenidas en los conceptos que a continuación se enlistan, siendo estos detallados en el Capítulo 2 de este DTU-BR.

- Lotes particulares para el desarrollo de viviendas plurifamiliar
- Lotes particulares para el desarrollo de vivienda unifamiliar
- Vialidades
- Caseta y fuente
- Arriates
- Áreas verdes
- Áreas de conservación
- Corredor biológico

Conforme a lo establecido en la LGEEPA y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, el objetivo de este capítulo es analizar la vinculación y congruencia del Proyecto propuesto con los diferentes instrumentos de planeación y política ambiental de carácter Estatal, Federal y Municipal que resultan aplicables al Proyecto de acuerdo a su ubicación geográfica. Entre los instrumentos analizados se encuentran:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Tratados Internacionales.
  - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
  - Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
  - Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, Protocolo de San Salvador.
- Leyes Generales y Federales, así como sus respectivos Reglamentos.
  - Ley General del Equilibrio Ecológico y al Protección al Ambiente y reglamentos aplicables.
  - Ley General de Vida Silvestre.
  - Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.
  - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y reglamentos aplicables.
  - Ley General de Cambio Climático.
  - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Leyes y Reglamentos Estatales.
  - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana.
  - Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo.
  - Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.
  - Reglamento de Construcción del Municipio de Solidaridad.
- Programas Sectoriales.
  - Plan Nacional de Desarrollo.
  - Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Instrumentos de Ordenamiento Ecológico.
  - Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
  - Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
  - Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad.
- Planes y Programas de Desarrollo Urbano.
  - Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.
  - Programa Parcial de Desarrollo Urbano el Jesusito.
- Áreas Naturales Protegidas.
- Regiones y Sitios Prioritarios.
- Sitios RAMSAR.
- Normas Oficiales Mexicanas.
  - NOM-001-SEMARNAT-1996.
  - NOM-002-SEMARNAT-1996.
  - NOM-003-SEMARNAT-1997.
  - NOM-003-CONAGUA-1996.
  - NOM-052-SEMARNAT-2005.
  - NOM-054-SEMARNAT-1993.
  - NOM-061-SEMARNAT-2011.
  - NOM-076-SEMARNAT-2012.
  - NOM-077-SEMARNAT-1995.
  - NOM-080-SEMARNAT-1994.
  - NOM-081-SEMARNAT-1994.
  - NOM-085-SEMARNAT-2011.
  - NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012.
  - NOM-059-SEMARNAT-2010.
  - NOM-022-SEMARNAT-2003.



- NOM-162-SEMARNAT-2012.
- NOM-001-STPS-2008.
- NOM-002-STPS-2010.
- NOM-017-STPS-2008.
- NOM-025-STPS-2008.
- NOM-003-SEGOB-2011.

### 3.4. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES

#### 3.4.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) de 1917 es la norma fundamental o Carta Magna de nuestro país, establecida para regir jurídicamente al mismo. Dentro de esta, se fijan y definen las relaciones tanto de coordinación, supra ordinación y de supra a subordinación; estableciendo los límites existentes entre estas.

Aunado a lo anterior, nuestra Carta Magna precisa las bases para el gobierno y la organización de las instituciones, así como los derechos y los deberes de la ciudadanía mexicana; separándose en dos apartados generales: La parte *dogmática* y la parte *orgánica*, siendo la primera la que establece los derechos y libertades con los que cuenta el pueblo mexicano, y la segunda, la que enuncia la organización de los poderes públicos con sus respectivas competencias.

La CPEUM señala en su artículo 133 lo siguiente:

*“Artículo 133. Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada entidad federativa se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de las entidades federativas”.*

En tal virtud, se entiende que la Ley Suprema del Estado está constituida por tres conceptos:

- La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Las Leyes Generales.
- Los Tratados Internacionales a los que México pertenezca.

De esta forma, la Constitución Federal y los Tratados Internacionales suscritos y ratificados por nuestro país en términos del anterior artículo transcrito, serán la norma suprema en el país. Esto se corrobora con el acuerdo del Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación que resolvió la Contradicción de Tesis del expediente 293/2011, en razón de que la interpretación previa afirmaba que los Tratados Internacionales debían ser considerados de forma subordinada a la Constitución, mientras que ahora -específicamente en materia de Derechos Humanos-, los Tratados y la Constitución se deben interpretar y observar de forma integral y no jerárquica.

El artículo 1º de nuestra Carta Magna establece que todos gozaremos de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte. Una parte medular de este artículo, es que no se limita a otorgar derechos, sino que reconoce a los demás que existan en los tratados a los que México esté adherido. Con lo anterior en consideración, la gama de Derechos Humanos se extiende a distintos ordenamientos y Legislaciones cuyo fin es preservar, reconocer y fomentar los derechos inherentes del hombre.

En consecuencia, la empresa promovente del Proyecto se da por enterada de esto y manifiesta que como lo tomará en consideración en todo momento, respetando e impulsando derechos humanos plasmados tanto en la Constitución Federal, como en diversos instrumentos de la misma índole. De esta forma, el Proyecto tomará como directrices los siguientes derechos, citándolos de manera indicativa, más no limitativa:

- a) Derecho a la vida digna
- b) Derecho a la salud
- c) Derecho a un medio ambiente sano

Aunado a lo anterior, se manifiesta que se respetará al pie de la letra lo que establece el artículo 4º de nuestra Carta Magna, mismo que se transcribe a continuación:

*Artículo 4º.*

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

De acuerdo a este enunciado, las personas deberán gozar el derecho a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, que, como derecho humano y fundamental, consagra el artículo 4º párrafo quinto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, por lo que este se desarrolla en dos aspectos:

- a) La obligación de respetar preservar la sustentabilidad del entorno ambiental, que implica la no afectación ni lesión a este y,
- b) La obligación de las autoridades de vigilancia, conservación y garantía de que sean atendidas las regulaciones pertinentes.

Por lo tanto, en el presente Proyecto se reconoce y considera la necesidad de mantener un medio ambiente sano como un derecho humano y fundamental de todas las personas en los Estados Unidos Mexicanos. De esta manera, con la presentación de este documento, el análisis respectivo de las autoridades y la concordancia con los ordenamientos jurídicos dirigidos al medio ambiente; se asegura el respeto al derecho fundamental establecido en el artículo 4º de nuestra Carta Magna.

Asimismo, y conforme a lo establecido en el párrafo primero del Artículo 27, la Promovente mediante la presentación de este Documento Técnico Unificado, como legítimo propietario del predio del Proyecto se ha comprometido a cumplir con las modalidades que dicta el interés público a la propiedad privada. Esto se realiza a través del estricto cumplimiento de los criterios de regulación ecológica y urbanísticos, subordinando el ejercicio del derecho de propiedad a la aplicación de la legislación ambiental vigente y sometiendo el proceso de planificación del Proyecto a los más estrictos parámetros ambientales, con el fin de garantizar la conservación y continuidad de los ecosistemas presentes en el predio.

Finalmente, se da cumplimiento a lo establecido en el artículo 115, el cual establece que las entidades federativas adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

“[...]

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

- a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;
- b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;
- c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren Proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;
- d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;
- e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;
- f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;
- g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia.”

Al respecto, se manifiesta que el proyecto “Senderos Poniente” se ajusta a los lineamientos del Programa de Desarrollo Urbano aplicable y a las regulaciones de uso de suelo correspondientes por ser vinculantes y obligatorios en el territorio y zona en que se ubica la poligonal envolvente del Proyecto.

### 3.4.2. TRATADOS INTERNACIONALES

El artículo 133 de nuestra Carta Magna señala que, la Constitución, en conjunto con las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y los tratados que estén de acuerdo con la misma; serán la Ley Suprema del Estado.

Los tratados internacionales a los que México está suscrito en materia de medio ambiente, son una brújula que contiene directrices respecto a diferentes principios y medidas a considerar por parte tanto de los promoventes de proyectos que puedan afectar de alguna manera los ecosistemas, como de las autoridades legislativas para orientarlos en las políticas de esta materia.

Con lo anterior en consideración, al dar total cumplimiento a la legislación mexicana en materia ambiental, así como a las consideraciones existentes en el derecho internacional, se da cumplimiento a este apartado.

#### 3.4.2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue firmada en Nueva York el 13 de junio de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Este es un documento marco, es decir, un texto que debe enmendarse o desarrollarse con el tiempo para que los esfuerzos frente al calentamiento atmosférico y el cambio climático puedan orientarse mejor y ser más eficaces. Uno de los principales objetivos de este convenio es obtener la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

En la CMNUCC, se reconoce que todos los países necesitan tener acceso a los recursos necesarios para lograr un desarrollo económico y social sostenible. Con lo anterior en consideración, se realiza la vinculación de los artículos aplicables con el Proyecto.

*Artículo 3: las partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la convención y aplicar sus disposiciones, se guiarán, entre otras cosas, por lo siguiente:*

- 1. Las partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos.*

### **VINCULACIÓN**

El desarrollo humano actualmente debe tener como objetivo ser sostenible, por lo que el presente Proyecto consideró en su diseño las regulaciones establecidas por las disposiciones jurídicas que le aplican, con el objetivo de establecer las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente, tal y como establece el procedimiento de evaluación de impacto ambiental. Se manifiesta que se tendrá especial atención en el manejo integral de los residuos, incluyendo los peligrosos y biológico infecciosos.

Asimismo, los artículos 3° y 4° de este Decreto, señalan principios y compromisos para prevenir, mitigar o reducir las causas del cambio climático, con el fin de alcanzar el desarrollo sostenible para las generaciones futuras. De este modo, por medio de los instrumentos jurídicos que guían el desarrollo ambiental de nuestro país, se verifica que el Proyecto dé cumplimiento a lo establecido en ellos.

#### *3.4.2.2. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*

El objetivo de este tratado es establecer una alianza mundial mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas, procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del Sistema Ambiental y de desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra. En la Tabla 3. 1 se presenta la vinculación del Proyecto con los principios aplicables.

**Tabla 3. 1. Vinculación del Proyecto con la Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo.**

| Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo  |   |
|---|---|
| <b>Principio 1</b>  | Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.   |
| La Promovente se compromete a realizar un Proyecto que se enfocará en el desarrollo sostenible de la zona, propiciando un espacio de vivienda en armonía con el ecosistema adyacente, en la región sureste de México.   |   |
| <b>Principio 3</b>  | El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.  |
| Se tomarán en consideración las medidas pertinentes para realizar este Proyecto conforme a las necesidades actuales y de las generaciones futura.   |   |
| <b>Principio 4</b>  | A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.   |
| Se cumple este principio al dejar áreas específicas del Proyecto como zonas de conservación, así como no afectando de manera significativa los ecosistemas, mediante la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias, mismas que pueden ser consultadas a detalle en el Capítulo 7 que forma parte de este DTU-BR. |   |
| <b>Principio 15</b>   | Con el fin de proteger el medio ambiente, los estados deberán aplicar ampliamente el criterio de preocupación conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente. |
| Esta es una obligación dirigida a las autoridades, sin embargo, el Proyecto considera la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias, para la protección de medio ambiente.   |   |

*3.4.2.3. Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económicos, Sociales Y Culturales, Protocolo de San Salvador*

El día 27 de diciembre de 1995, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el que se aprueba el Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, Protocolo de San Salvador. En la siguiente Tabla 3. 2, se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables.

**Tabla 3. 2. Vinculación del Proyecto con el Protocolo de San Salvador.**

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto  |
|--|--|
| <p><b>Artículo 2.</b> Obligación de adoptar disposiciones de derecho interno.</p> <p>Si el ejercicio de los derechos establecidos en el presente Protocolo no estuviera ya garantizado por disposiciones legislativas o de otro carácter, los Estados Partes se comprometen a adoptar, con arreglo a sus procedimientos constitucionales y a las disposiciones de este Protocolo las medidas legislativas o de otro carácter que fueren necesarias para hacer efectivos tales derechos.</p> <p>[...]</p> | <p>Respecto a este artículo, se manifiesta que al dar cumplimiento a las disposiciones legislativas de la materia que nos compete, se cumple de manera indirecta con lo establecido en este Protocolo.</p> |

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto   |
|--|---|
| <p><b>Artículo 11.</b> Derecho a un medio ambiente sano.</p> <p>1. Toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente sano y a contar con servicios públicos básicos.</p> <p>2. Los Estados Partes promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente.”</p> | <p>Como se demuestra a lo largo de este y los demás capítulos del presente DTU-BR, el Proyecto en conjunto con Ciudad Mayakoba, presentan un fuerte compromiso con el medio ambiente, integrando los ecosistemas registrados en el predio y el Sistema Ambiental Regional al diseño de Proyecto. De esta forma, se propone un espacio dirigido al desarrollo sustentable en armonía con el ambiente, evitando la afectación al mismo.</p> |

### 3.4.3. LEYES GENERALES Y FEDERALES

Nuevamente refiriendo al artículo 133 de la Ley Suprema, se señala que la Constitución, en conjunto con las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y los tratados que estén de acuerdo con la misma; serán la Ley Suprema del Estado. Asimismo, la tesis P. VIII/2007 emitida por el Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación señala que el artículo constitucional previamente citado, corresponden no a las leyes federales, sino a aquellas que inciden en todos los órdenes jurídicos parciales que integran al Estado Mexicano, es decir, las Leyes Generales.

En ese sentido, las leyes generales son normas jurídicas aplicables en todo el territorio nacional cuya formulación compete a la Federación en cumplimiento de sus atribuciones, y que surgen para normar determinado campo específico. A continuación, se presenta la vinculación de las Leyes Generales aplicables en la materia con el presente Proyecto.

#### 3.4.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

**Tabla 3. 3. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

| Instrumento Normativo   | Vinculación con el Proyecto   |
|---|---|
| <p><b>Artículo 3.</b> Para los efectos de esta Ley se entiende por:</p> <p>[...]</p> <p>XIII Bis.- Ecosistemas costeros: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.</p> | <p>Se vincula de manera posterior a la Tabla 3.3 para facilitar la lectura.</p> |

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto  |
|--|--|
| <p>La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.</p>   |  |
| <p><b>Artículo 15.</b> Para la formulación...</p> <p>Fracción IV. - Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;</p>  | <p>El Proyecto da cumplimiento a esta disposición por medio de la implementación de diversas acciones y medidas encausadas a prevenir, mitigar y compensar los posibles impactos negativos que se pudieran ocasionar durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto, las cuales se pueden consultar en el Capítulo 7 de este DTU-BR. Dentro de estas acciones se encuentran: Programas de Manejo Integral de Residuos Sólidos, donde se incluye que, durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, los residuos sólidos generados se deberán acopiar de manera separada en contenedores; la limpieza de las zonas colindantes, para evitar el arrastre eventual de los materiales que se puedan derivar por la construcción, etc.</p> |
| <p><b>Artículo 28.</b> La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>...</p> <p>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</p> <p>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;</p> <p>X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales...</p> <p>[...]</p> | <p>Se confirma la congruencia con lo establecido en los numerales VII, IX y X toda vez que el Proyecto considera la remoción de vegetación de selva en una superficie de 10.66 ha, además de que considera obras y actividades para la conformación de un desarrollo inmobiliario en zonas costeras y sus ecosistemas asociados. La descripción de las obras que se someten al procedimiento de evaluación de impacto ambiental se describe a detalle en el Capítulo 2 de este DTU-BR.</p> <p>Posterior a la Tabla 3.3 se presenta la vinculación detallada con el Artículo. 3 y 28 de la LGEEPA para facilitar la lectura.</p>  |
| <p><b>Artículo 29.</b> Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas</p>  | <p>El Capítulo 3 sujeto a revisión de la autoridad, contiene la vinculación con los ordenamientos jurídicos en materia ambiental y demás disposiciones estatales y locales aplicables.</p>   |

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto   |
|--|---|
| <p>en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.</p>  |   |
| <p><b>Artículo 30.</b> Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>  | <p>El Proyecto da cumplimiento a lo indicado por este artículo, lo anterior con la presentación de este DTU-BR que integra la información de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional, en el cual se describen los impactos ambientales a generarse y se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación que serán aplicadas.</p>  |
| <p><b>Artículo 34.</b> Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.</p> <p>Los promoventes de la obra o actividad podrán requerir que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial, y la confidencialidad de la información comercial que aporte el interesado.</p> <p>La Secretaría, a solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública [...]</p> | <p>La Promovente dará cumplimiento a las formalidades de publicidad del Proyecto en la materia para que los interesados puedan tener acceso a la información relativa y en su caso, se realicen las consultas públicas necesarias.</p>  |
| <p><b>Artículo 99.</b> Los criterios ecológicos para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán en:<br/>                 [...]<br/>                 XII. La formulación de los programas de ordenamiento ecológico a que se refiere esta Ley.</p>   | <p>Se da cumplimiento a este artículo debido a que el presente Proyecto se sujeta y ajusta a lo previsto por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 25 de marzo de 2009.</p>   |
| <p><b>Artículo 121.</b> No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.</p>   | <p>La Promovente manifiesta que el Proyecto no contempla la descarga o infiltraciones de aguas residuales a cuerpos de agua.</p> <p>La disposición de las aguas residuales que se generen durante el desarrollo de las obras, por el uso de baños portátiles, se realizará a través de la contratación de una empresa debidamente autorizada para dar el servicio y que emita los certificados correspondientes de cumplimientos.</p> |



| Instrumento Normativo   | Vinculación con el Proyecto   |
|---|---|
|   | Las aguas residuales que se generen serán descargadas al sistema de drenajes correspondiente al municipio de Solidaridad.   |
| <p><b>Artículo 151.</b> La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.</p> | <p>La Promovente tiene en consideración que en las etapas de operación y mantenimiento se prevé la generación controlada de residuos líquidos peligrosos como: thinner, restos de pintura aceitosa, brochas, plásticos, esmaltes, estopas impregnadas de residuos y aceite industrial.</p> <p>Para el manejo correcto de estos residuos peligrosos se aplicarán las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos integrado en el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) del Proyecto, mismo que está alineado a lo establecido en el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, tales como la confinación temporal de este tipo de residuos en contenedores plásticos o metálicos plenamente reconocidos que no estarán rotos o fisurados y serán colocados en un área que se habilitará como almacén temporal de residuos peligrosos para su posterior entrega a empresa autorizada para el manejo de residuos peligrosos, apegándose dichas acciones a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.</p> |

#### 3.4.3.1.1. Orden Jurídico Competente

De conformidad con lo dispuesto por los artículos 5º fracciones III y X; y 6º de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente corresponde a la Federación a través de la SEMARNAT la atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico en el territorio nacional o en las zonas sujetas a su soberanía y jurisdicción de la nación, por lo que la evaluación y autorización del presente Documento Técnico Unificado es competencia del orden federal.

Ahora bien, como se ha hecho mención a lo largo del presente capítulo, el Proyecto que se pretende desarrollar encuadra en los supuestos normativos establecido en el artículo 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; así como, en el artículo 5º fracciones O), Q) y R) de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, puesto que se trata de un desarrollo inmobiliario que: i) implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; ii) converge en ecosistemas costeros; y, iii) implica el desarrollo de obras y/o actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados al mar, así como en sus litorales o zonas federales.

[...]

VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

[...]

IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

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

[...]

En efecto, de acuerdo con el artículo 3º fracción XIII BIS de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente<sup>3</sup> se considera como ecosistema costero a: las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros...; que se localicen en la zona costera y cuenten con una profundidad menor a 200 metros.

En virtud de lo anterior, se desprende que las obras y/o actividades que mi representada pretende realizar para el desarrollo de su Proyecto, se encuentran previstas en las fracciones VII, IX y X del artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y en los incisos O) fracción I, Q) y R), de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental. Por lo que, dando cabal cumplimiento a lo establecido en dichas disposiciones jurídicas, mi representada somete el proyecto a evaluación de esa H. Autoridad.

Ahora bien, el artículo 10 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, establece que las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse ya sea en su modalidad regional, o bien, en su modalidad particular.

Y para tal efecto, el artículo 11 del ordenamiento en cita, señala que las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en su modalidad regional cuando se trate de: i) Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; ii) Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; iii) **Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada;** y, iv) Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

---

<sup>3</sup> XIII Bis.- Ecosistemas costeros: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.

En virtud de lo anterior, se desprende que el Proyecto de mi representada encuadra en lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, toda vez que el Proyecto que mi representada pretende realizar trata de un conjunto de obras y actividades que se pretenden realizar en una región ecológica determinada.

Por lo que, dando cabal cumplimiento a lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental se presenta el Documento Técnico Unificado en su modalidad regional.

Lo anterior, al tratarse de un proyecto que se pretende realizar en una región ecológica determinada, considerada, según lo dispuesto por la fracción XXXI el artículo 3º de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como la unidad territorial en la que se comparte características ecológicas, como lo es en la zona norponiente de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo, en donde se pretende ubicar el Proyecto; por lo que, la evaluación de impacto ambiental debe presentarse en su modalidad regional.

Respecto al entorno ambiental, se observa que el Proyecto y su Sistema Ambiental Regional (SAR), está dentro del ecosistema costero, ya que se ubica dentro de la franja de los 100 km de la línea de costa tierra-adentro, además, es de destacarse que el ecosistema no ha perdido sus características costeras pues, como se desprende de los resultados de los estudios geohidrológicos, existen corrientes y flujos freáticos que transportan nutrientes minerales a los ecosistemas costeros que tanto dependen de los cuerpos de agua subterráneos, por lo que debe vigilarse la conservación de las funciones ambientales del SAR en la zona frente a la costa.

En virtud de lo anterior, resulta evidente que el proyecto se encuentra ubicado dentro de una región ecológica determinada y, por lo tanto, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, el Proyecto debe ser evaluado en su modalidad regional

#### *3.4.3.2. Ley General de Vida Silvestre*

La Ley General de Vida Silvestre fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, y cuyo objeto es establecer la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. En la Tabla 3. 4 se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables.

**Tabla 3. 4. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.**

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto   |
|--|---|
| <p><b>Artículo 18.</b> Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.</p> <p>Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</p> | <p>La Promovente no pretende realizar el aprovechamiento de ejemplares de vida silvestre presentes en el predio del Proyecto, y en favor de garantizar la conservación de la vida silvestre que habita en el predio se implementará un Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación y un Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, conforme a lo establecido en la fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, además de llevar a cabo las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En las zonas con cambio de uso de suelo (CUSTF), se implementarán labores de rescate selectivo de la vegetación. Los ejemplares rescatados se resguardarán en un área de acopio temporal y tras un período de recuperación se reintroducirán al interior de los espacios verdes proyectados.</li> <li>• Solamente se realizará el desmonte de vegetación sobre la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo.</li> <li>• El Proyecto incluye la conservación de zonas naturales al interior del predio. La vegetación rescatada se utilizará para enriquecer las áreas naturales del Proyecto.</li> <li>• En lo que respecta a la presencia de fauna silvestre se llevarán a cabo actividades de ahuyentamiento de fauna para su desplazamiento fuera del área de aprovechamiento de acuerdo al Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, en el caso que sea necesario, se llevará a cabo la captura y liberación inmediata de ejemplares en las zonas de conservación del Proyecto, retiradas del área de obra, a fin de reducir el riesgo de afectación o daño por el encuentro con cuadrillas de trabajadores y maquinaria.</li> </ul> |
| <p><b>Artículo 59.</b> Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación y reintroducción, así como de investigación y educación ambiental autorizados por la Secretaría.</p>  | <p>El Proyecto no contempla el confinamiento de ninguna especie, salvo durante el periodo de recuperación de individuos rescatados y solo en caso necesario. Asimismo, el Proyecto no incluye el manejo de especies probablemente extintas en el medio silvestre.</p>   |
| <p><b>Artículo 60 TER.</b> Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; de ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; 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,</p>  | <p>Se cumple, en razón de que dentro del predio del Proyecto no se encuentran especies de manglar, por lo que no se realizarán ninguna de estas actividades.</p>  |

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto |
|--|-----------------------------|
| <p>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.</p> <p>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> |                             |

#### 3.4.3.3. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, como su nombre lo indica, regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al medioambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Esta Ley señala que no se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría. Esto se cumple por medio de la presentación del presente DTU-BR, además de no rebasar los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

#### 3.4.3.4. Ley General del Cambio Climático

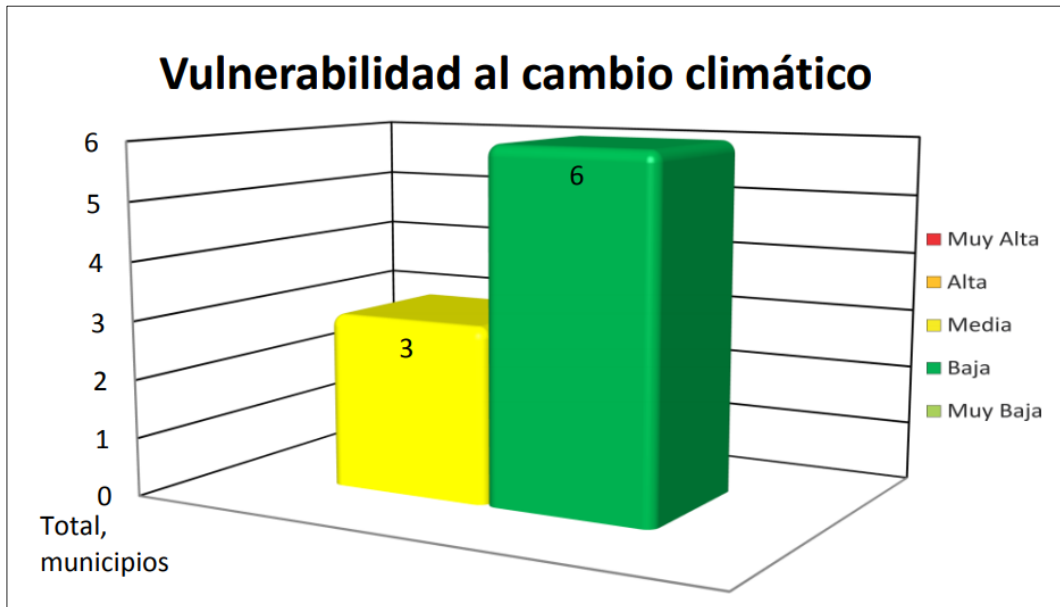
La presente Ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Esta Ley tiene como principal objetivo regular las emisiones para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera.

El cambio climático es la variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Por su parte, el Atlas Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México<sup>4</sup>, indica que en Quintana Roo no existen valores extremos de vulnerabilidad al cambio climático, sin embargo, es susceptible a la afectación de fenómenos naturales extremos. Asimismo, este documento identifica que la vulnerabilidad al cambio climático en los municipios del Estado de Quintana Roo es en su mayoría baja, conforme a lo establecido en la siguiente Figura 3. 2.

<sup>4</sup> Fernandez-Eguiarte A., J. Zavala-Hidalgo, R. Romero-Centeno. 2018. Atlas Climático Digital de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>

Figura 3. 2. Vulnerabilidad al Cambio Climático. Atlas Climático UNAM<sup>5</sup>.



De esta forma, en 2013 se publicó el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo, el cual establece medidas de adaptación al cambio climático que serán vinculadas en su apartado respectivo. En la Tabla 3. 5 se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General del Cambio Climático.

Tabla 3. 5. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General del Cambio Climático.

| Instrumento Normativo   | Vinculación con el Proyecto   |
|---|---|
| <p><b>Artículo 2.</b> Esta ley tiene por objeto:<br/>                     [...]<br/>                     IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno</p>   | <p>La empresa promovente presta especial atención en desarrollar un proyecto sustentable y ambientalmente viable. Es así, que el Proyecto promoverá el uso de tecnología y equipos ahorradores que no contribuyan de manera negativa al cambio climático. Asimismo, contará con distintas acciones encaminadas a la protección de los recursos naturales, tales como el establecimiento de zonas de conservación.</p> |
| <p><b>Artículo 27.</b> La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:<br/>                     I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático;<br/>                     II. Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos;</p> | <p>Este Proyecto se somete a la evaluación de impacto ambiental, misma que deriva de la política ambiental nacional, dirigida a minimizar y mitigar la posible afectación al ambiente por parte de las personas físicas y morales.</p>  |

<sup>5</sup> Moteroso R.A. et al. 2014. Vulnerabilidad y adaptaciones a los efectos del cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://atlasclimatico.unam.mx/VulnerabilidadalCC/PDFs/QuintanaRoo.pdf>.

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto  |
|--|--|
| <p>III. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático;</p> <p><b>Artículo 29.</b> Se considerarán acciones de adaptación:<br/>[...]</p> <p>IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación.</p> | <p>El Proyecto tendrá zonas específicas de conservación, donde el ecosistema se dejará intacto, como se demuestra en el Capítulo 2 de este DTU-BR. Asimismo, el Capítulo 7 describe las medidas de mitigación y compensación que el Proyecto estrictamente aplicará, contemplando acciones para mitigar el cambio climático.</p> |

### 3.4.3.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Asimismo, prevé las disposiciones relativas al cambio de uso del suelo en terreno forestal, el cual consiste en la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.

Esta Ley en su artículo 7°, fracción LXXI, define como terreno forestal a *“aquel que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios ambientales”*.

Al interior del predio del Proyecto existe vegetación forestal, conforme a lo establecido en el artículo 7°, fracción LXXX, de la LGDFS, el cual indica que la *“vegetación forestal es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas...”*. Bajo tal tesitura, es necesario realizar el cambio de uso de suelo forestal, motivo por el cual se desarrolla este DTU-BR.

La vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de este instrumento jurídico, se establecen en la Tabla 3. 6.

**Tabla 3. 6. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto  |
|--|--|
| <p><b>Artículo 93.</b> La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.</p> <p>En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar</p> | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>Para poder realizar el Proyecto, se requerirá realizar la remoción de vegetación en los sitios de desplante y con el fin de no comprometer la biodiversidad del sitio, ni provocar la erosión de los suelos, ni disminuir la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; se llevará a cabo la implementación de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos sobre la flora y fauna presentes en el Proyecto, mediante los diferentes programas que acompañan al presente documento.</p> |

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto   |
|--|---|
| <p>respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.</p> <p>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p> | <p>De igual manera, y con el fin de dar total cumplimiento a lo establecido en esta Ley, la Promovente presenta este documento DTU-BR con fundamento en el “Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la SEMARNAT las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan”, que incluye el estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo.</p> |
| <p><b>Artículo 97.</b> No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales donde la pérdida de cubierta forestal fue ocasionada por incendio, tala o desmonte sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.</p>   | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>No se ha hecho ningún cambio de uso de suelo por incendio, tala o desmonte en el predio del Proyecto.</p>  |

### 3.4.3.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho constitucional de toda persona a gozar de un medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, igualmente dicho cuerpo normativo busca prevenir la contaminación del suelo con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Con el fin de alcanzar este objetivo, el Proyecto dará cumplimiento a tales disposiciones en materia de residuos que le son aplicables (Tabla 3. 7).

**Tabla 3. 7. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto   |
|--|---|
| <p><b>Artículo 16.</b> La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.</p> | <p>El Proyecto generará durante todas sus etapas de desarrollo diversos residuos considerados peligrosos, tales como envases o textiles con pinturas o solventes, baterías, equipo eléctrico, combustibles, entre otros. Para evitar el riesgo de contaminación al ambiente se requerirá designar un área específica para la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos que cubra las especificaciones establecidas en la ley, misma que deberá estar señalizada.</p> <p>En el Capítulo 7 de este DTU-BR se establecen las medidas y lineamientos que el Proyecto realizará para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos y de manejo especial, conforme a lo indicado en este dispositivo y las Normas Oficiales</p> |



| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto   |
|--|---|
|  | Mexicanas. Cada tipo de residuo tendrá su manejo y disposición final específico.  |
| <p><b>Artículo 18.</b> Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.</p>   | <p>Los residuos sólidos urbanos que se generen durante la construcción serán clasificados y separados de acuerdo a lo establecido en el SMGA del Proyecto y las Normas aplicables.</p>  |
| <p><b>Artículo 19.</b> Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación:<br/>                 [...]                 <br/>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.</p>   | <p>Los residuos de manejo especial que se generen con motivo del desarrollo del Proyecto, como lo son los escombros y demás residuos de construcción, serán manejados conforme a la normatividad y dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones locales. Para el caso específico del Proyecto, se atenderá a lo establecido en la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, con una observancia estricta de las clasificaciones y subclasificaciones de los residuos especiales, que ahí se indiquen.</p>   |
| <p><b>Artículo 22.</b> Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.</p>   | <p>El Proyecto se apegará a las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, el cual clasifica a los residuos de acuerdo con lo previsto en este artículo, por lo que le da cabal cumplimiento.</p> <p>Asimismo, la empresa promovente tomará las medidas adicionales pertinentes para asegurar que el Proyecto cumpla con todas las disposiciones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas de la materia, llevando un manejo integral de los residuos peligrosos. El Programa de Manejo Integral de Residuos se describen de manera detallada en el Capítulo 7 de este DTU-BR.</p> |
| <p><b>Artículo 31.</b> Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:</p> <p>I. Aceites lubricantes usados;<br/>                 II. Disolventes orgánicos usados;<br/>                 V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio;<br/>                 VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio;<br/>                 IX. Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;</p> | <p>El promovente dará cumplimiento a este precepto, implementando las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos, las que se encuentra alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, y que pueden ser consultadas y revisadas a detalle en el Capítulo 7 de este DTU-BR.</p>   |
| <p><b>Artículo 42.</b> Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias</p>   | <p>La Promovente del Proyecto, se cerciorará que las empresas que subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones de esta Secretaría y está consciente de su responsabilidad en el proceso.</p>   |

| Instrumento Normativo   | Vinculación con el Proyecto   |
|---|---|
| <p>para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p> | <p>Asimismo, antes de ser entregados a la empresa responsable de su disposición final, se realizará su adecuado manejo, para lo cual se implementará lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos que atenderán las acciones que se detallan en el Capítulo 7 del presente DTU-BR.</p>  |
| <p><b>Artículo 54.</b> Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</p>   | <p>La Promovente, se asegurará que no se mezclen los residuos peligrosos con otros, aplicando los criterios establecidos en la NOM-054-SEMARNAT-1993. Lo anterior se conseguirá a través de un manejo adecuado según lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos, que atenderán las acciones que se detallan en el Capítulo 7 del presente DTU-BR.</p> |

### 3.4.4. REGLAMENTOS DE LEYES

Debido a que los reglamentos contienen las disposiciones jurídicas de carácter general y con valor subordinado a la Ley de la que emanan, a continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de estos instrumentos.

#### 3.4.4.1. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

**Tabla 3. 8. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.**

| Instrumento Normativo   | Vinculación con el Proyecto  |
|---|--|
| <p><b>Artículo 5.</b> Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>[...]</p> | <p>La presentación de este documento representa el compromiso del Proyecto y la Promovente para cumplir con lo dispuesto en esta norma jurídica.</p> <p>En razón de que el Proyecto propone obras identificadas como infraestructura urbana dentro de un ecosistema costero, conforme a lo establecido</p> |

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto  |
|--|--|
| <p>O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:</p> <p>I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal...</p> <p>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:</p> <p>Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:<br/>[...]</p>   | <p>en el Decreto que reforma los artículos 3, 11 y 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicado en el DOF el día 23 de abril de 2018; así como que se solicita el cambio de uso de suelo en áreas con vegetación forestal; se advierte que la presente DTU se apega a los supuestos establecidos en las fracciones O) y Q) del presente Reglamento.</p> <p>Cabe aclarar que en los capítulos correspondiente se hará un análisis de los impactos ambientales y se establecerán las actividades pertinentes para su mitigación y compensación.</p> |
| <p><b>Artículo 10.</b> Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:</p> <p>I. Regional, o<br/>II. Particular.</p>   | <p>Toda vez que en el proyecto se planea desarrollar diferentes obras y actividades, el presente DTU-BR se presenta con los requisitos de una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.</p>   |
| <p><b>ARTÍCULO 13.</b> La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</p> <p>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;<br/>                 II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;<br/>                 III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;<br/>                 IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;<br/>                 V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;<br/>                 VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;<br/>                 VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y<br/>                 VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan</p> | <p>El presente documento cumple con todos los puntos establecidos en el Artículo 13 aquí vinculado.</p>  |

| Instrumento Normativo                                    | Vinculación con el Proyecto |
|--|-----------------------------|
| los resultados de la manifestación de impacto ambiental. |                             |

#### 3.4.4.2. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

El proyecto se ajusta a lo señalado en este instrumento respecto a las disposiciones para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, en la liberación de ejemplares al hábitat natural, las cuales se establecen en la siguiente Tabla 3. 9.

**Tabla 3. 9. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.**

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto   |
|--|---|
| <p><b>Artículo 12.</b> Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría [...].</p> | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>El Proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área, tal y como se encuentra contemplado en la propuesta de Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación y Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, mismos que son parte del SMGA de Proyecto.</p> |

#### 3.4.4.3. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

**Tabla 3. 10. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

| Instrumento Normativo   | Vinculación con el Proyecto  |
|---|--|
| <p><b>Artículo 49.</b> Tratándose de los aprovechamientos forestales a que se refiere el artículo 75 de la Ley, las solicitudes se acompañarán, además de lo previsto en el artículo 38 del presente Reglamento, de un documento técnico unificado que contendrá la información correspondiente a la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, prevista en el artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como la información relativa al Programa de manejo forestal, de conformidad con el artículo 39 del presente Reglamento y demás disposiciones jurídicas aplicables.</p> <p>La Secretaría emitirá la guía para la integración del documento técnico unificado a que se refiere el párrafo anterior.</p> | <p>Al no tratarse de un programa de manejo forestal, la Promovente presenta el DTU-BR en guion libre, siempre cumpliendo con lo dispuesto en el Artículo 141 del Reglamento.</p> |
| <p><b>Artículo 141.-</b> Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 93 de la Ley, deberán contener la información siguiente:</p>  | <p>Los aspectos descritos en este artículo han sido considerados y descritos a lo largo de los capítulos que integran este DTU-BR.</p>   |

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto |
|--|-----------------------------|
| <p>I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;</p> <p>II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales...</p> <p>III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y Microcuenca...</p> <p>IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales...</p> <p>V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica...</p> <p>VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua...</p> <p>VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;</p> <p>VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;</p> <p>IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat...</p> <p>X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;</p> <p>XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;</p> <p>XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;</p> <p>XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;</p> <p>XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y...</p> <p>[...]</p> |                             |

### 3.4.4.4. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

**Tabla 3. 11. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**

| Instrumento Normativo   | Vinculación con el Proyecto   |
|---|---|
| <p><b>Artículo 35.</b> Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <p>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</p> <p>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: [...]</p> <p>III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.</p> | <p>El Proyecto realizará la identificación y separación de los residuos conforme a este artículo, para tal efecto se cumplirá con lo establecido en el Programa de Manejo Integral de los Residuos, mismo que se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba.</p>  |
| <p><b>Artículo 91.</b> La disposición final de residuos peligrosos puede realizarse en:</p> <p>Confinamiento controlado y confinamiento en formaciones geológicamente estables.</p>   | <p>La disposición final de residuos peligrosos generados, se realizará a través de una empresa subcontratada especializada para el manejo y confinamiento de residuos peligrosos en un sitio autorizado por la autoridad ambiental federal, a la cual se le solicitará comprobante de su autorización previa contratación de servicios.</p> |

### 3.4.5. LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES

#### 3.4.5.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Quintana Roo

**Tabla 3. 12. Vinculación del Proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Quintana Roo.**

| Instrumento Normativo   | Vinculación con el Proyecto   |
|---|---|
| <p><b>ARTÍCULO 132.</b> Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.</p> <p>Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros</p> | <p>El lote donde se ubica el Proyecto, al tener una superficie total de <b>17.92 ha</b>, deberá proporcionar al menos 40% del predio como área verde o, en su caso, área permeable.</p> <p>Con lo anterior en consideración, El Proyecto mantendrá por lo menos el <b>45% de su superficie como áreas permeables (7.99 ha)</b>, área que incluye las áreas de conservación, áreas verdes y corredor biológico.</p> <p>La información anterior se puede corroborar en el Capítulo 2 del presente DTU-BR, de esta forma, se cumple con lo establecido en este criterio.</p> |

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto |
|--|-----------------------------|
| cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo. |                             |

### 3.4.5.2. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Quintana Roo (PEACCQR) retoma diversas acciones, estrategias y recomendaciones vertidas desde hace una más década en diferentes instrumentos para ligarlas en un plan de acción de mediano plazo orientado de manera específica para brindar alternativas de solución a los problemas consecuencia de los efectos del cambio climático que ya hoy se presentan en el estado y al mismo tiempo sentar las bases de un manejo de los recursos en un contexto que prevea los efectos de dicho cambio climático sobre la población, las actividades económicas y los recursos naturales de Quintana Roo.

En este tenor, el PEACCQR establece Medidas de adaptación al cambio climático dirigidas a diversos entes gubernamentales para los diferentes sectores productivos, incluyendo, el sector turístico.

Sin perjuicio de que las medidas recién descritas consideren como responsables a las autoridades pertinentes, la empresa promovente considerará su implementación dentro del desarrollo del Proyecto, como por ejemplo con las acciones que se presentan en la Tabla 3. 13.

**Tabla 3. 13. Vinculación de medidas de adaptación al cambio climático del PEACCQR con el Proyecto.**

| Medidas de adaptación al Cambio Climático (Turismo) |   |   |
|---|---|---|
| Efecto del Cambio Climático en:                     | Medidas de adaptación   | Vinculación con el Proyecto   |
| Daños a Infraestructura                             | Promover la elaboración de normas y reglamentos específicos para estudios, proyectos, construcción e instalaciones de infraestructura adaptada a los efectos del cambio climático (aumento en la incidencia de huracanes, inundaciones, aumento de temperatura, etc.) | El Proyecto cumple con esta medida de forma indirecta, apegándose a lo establecido en la diversa normatividad dirigida a las especificaciones para la infraestructura y su adaptabilidad al cambio climático. |
|   | Fomentar entre el sector turístico el uso de buenas prácticas ambientales para la planeación, diseño y construcción sustentable.  | El Proyecto contempla la aplicación de buenas prácticas ambientales dentro de sus diversas etapas.  |

### 3.4.5.3. Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo

**Tabla 3. 14. Vinculación del Proyecto con la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.**

| Instrumento Normativo  | Vinculación con el Proyecto  |
|--|--|
| <p><b>Artículo 57.</b> Los Residuos de Manejo Especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de Residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:</p> <p>[...]<br/>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;<br/>[...]</p> | <p>Se tendrá un sistema estricto de gestión de residuos, apegándose a lo establecido en su Programa de Manejo Integral de Residuos, que se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba.</p> |

### 3.4.5.4. Reglamento de Construcción del Municipio de Solidaridad

**Tabla 3. 15. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de Construcción del municipio de Solidaridad.**

| Instrumento Normativo   | Vinculación con el Proyecto   |
|---|---|
| <p><b>Artículo 42.</b> Los Programas de Desarrollo Urbano para el Municipio de Solidaridad, establecerán en su estrategia general, la organización de sus unidades territoriales definiéndolas conforme a la diversidad de las funciones que alojan a través de la zonificación.</p>  | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>El Proyecto se apega a lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.</p>   |
| <p><b>Artículo 230.</b> Toda edificación deberá contar con un sistema de recolección de aguas residuales propio y exclusivo, que deberá estar conectado al sistema de alcantarillado en las zonas en que éste exista.</p> <p>En caso de que la edificación se encuentre fuera del perímetro de las redes de alcantarillado, las aguas residuales deberán ser conducidas a un sistema de tratamiento con las características que se indica en el Artículo 245 y 246. En ningún caso, las aguas residuales podrán ser descargadas en los cenotes, cuevas o pozos que lleguen al nivel freático, en general en ningún elemento que tenga comunicación directa con el nivel freático.</p> | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>El Proyecto se conectará a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador Aguakan, y de ahí, bajo la responsabilidad de dicho operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.</p> |

## 3.4.6. PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES Y DE DESARROLLO

El Plan Nacional de Desarrollo establece las directrices que la sociedad y el gobierno tienen para avanzar y mejorar como país. Este documento traza los grandes objetivos de las políticas públicas, establece las acciones específicas para alcanzarlos y precisa indicadores que permitirán medir los avances obtenidos. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan.



#### 3.4.6.1. Plan Nacional de Desarrollo

El Artículo 25 de la Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas; y por su parte, el Artículo 26 establece que el Estado deberá organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.

En este sentido, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Bajo tal tesitura, el Plan Nacional de Desarrollo (PND)<sup>6</sup> es un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. El Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de julio de 2019. Dicho instrumento contempla una serie de lineamientos cuyos principios rectores son los siguientes:

- Honradez y honestidad
- No al gobierno rico con pueblo pobre
- Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie
- Economía para el bienestar
- El mercado no sustituye al Estado
- Por el bien de todos, primero los pobres
- No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera
- No puede haber paz sin justicia
- El respeto al derecho ajeno es la paz
- No más migración por hambre o por violencia
- Democracia significa el poder del pueblo
- Ética, libertad, confianza

Por otra parte, el PND señala en su apartado II. POLÍTICA SOCIAL, Desarrollo Sostenible, que México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible (incluyendo mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos).

De esta forma, tal y como podrá observarse a lo largo del presente DTU-BP, el Proyecto se apega a las políticas públicas de desarrollo sostenible establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo.

#### 3.4.6.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) se inscribe en el esfuerzo de planeación estratégica de la Administración Pública Federal y se deriva del PND 2013-2018, estableciendo los objetivos específicos que el sector medio ambiente debe cumplir conforme al citado Plan y la política de planeación de la actual administración en materia ambiental.

---

<sup>6</sup> Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024 [PND]. Diario Oficial de la Federación, México, 12 de julio de 2019.

Al respecto el PROMARNAT establece diversos objetivos generales que son congruentes y consistentes con el Proyecto por la naturaleza de las Obras y Actividades que éste plantea, los cuales se enuncian a continuación:

- Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero;
- Objetivo 4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural; y

Respecto del Objetivo 2 del PROMARNAT se plantean las siguientes estrategias y líneas de acción:

- a) Estrategia 2.1. Incrementar la resiliencia ecosistémica y disminuir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y servicios al cambio climático.
  1. Línea de acción 2.1.2. Promover el fortalecimiento e inclusión de criterios de adaptación en infraestructura estratégica en sectores industriales y servicios.

En relación con el Objetivo 4 del PROMARNAT antes referido, se señalan las siguientes estrategias y líneas de acción:

- b) Estrategia 4.1 Fomentar la conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, para mantener el patrimonio natural y sus servicios ambientales.

Línea de acción 4.1.6. Fomentar la restauración de ecosistemas, para mantener y restablecer sus funciones, asegurando su conectividad y provisión de servicios ambientales.

De lo anterior se concluye que el Proyecto es totalmente consistente y congruente con los objetivos, estrategias y líneas de acción que plantea el PROMARNAT; estableciendo áreas de conservación que permiten la continuidad de los ecosistemas en el Sistema Ambiental, además de prever un desarrollo sustentable por medio de la correcta planeación y diseño armónico con el medio que lo rodea.

### **3.4.7. ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo 26 que el Estado Mexicano organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional, señalando mecanismos de participación que acumulen las demandas de la sociedad para ser incorporadas a un plan y programas de desarrollo al que se someterán los programas de la Administración Pública Federal al cual también se apegaran estados y municipios.

Asimismo, y tal como lo prevé el artículo 2º de la Ley de Planeación, el Sistema Nacional de Planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral y sustentable del país, y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

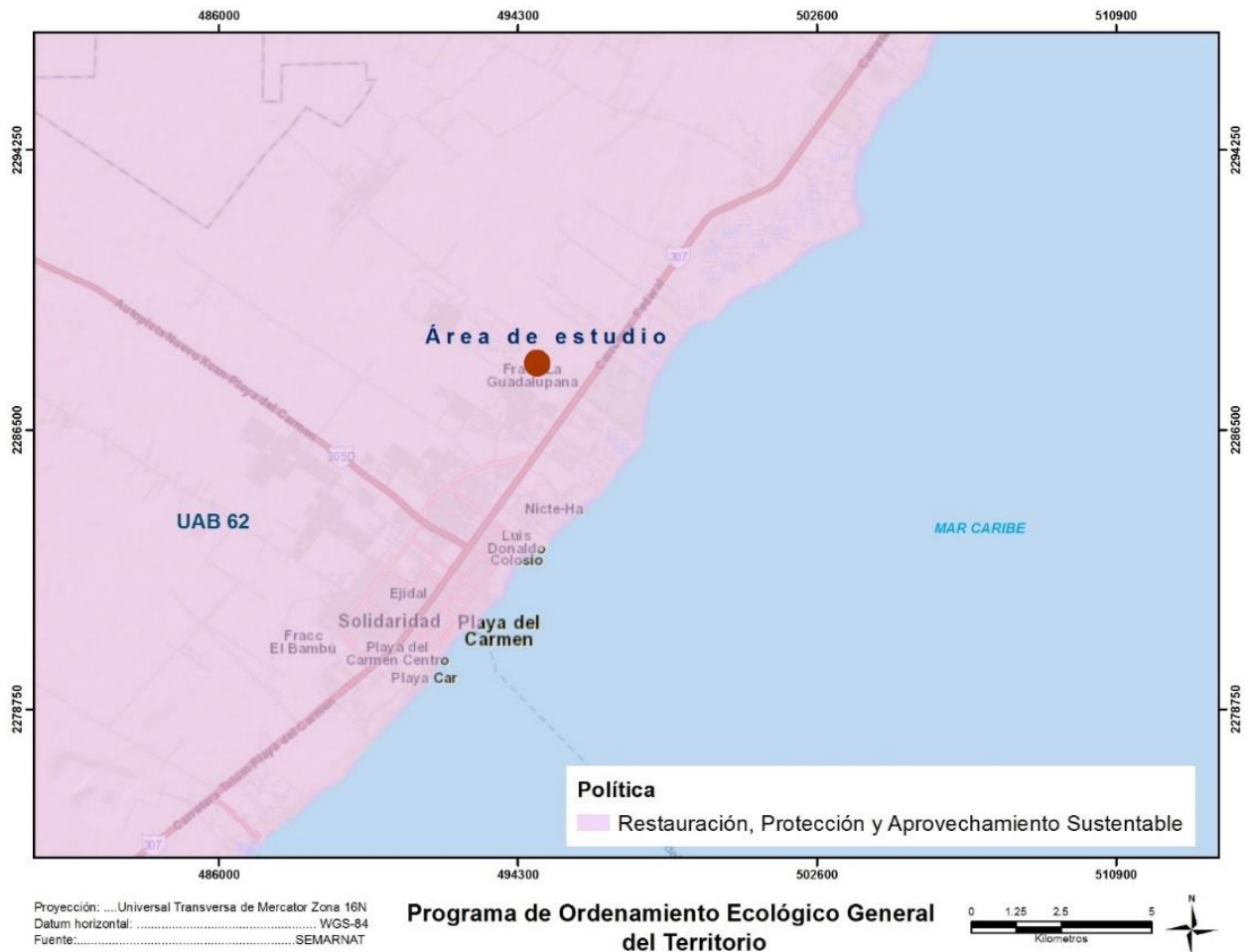
De esta manera, encontramos que en los tres niveles de gobierno de nuestro país se han generado diversos instrumentos de planeación que tienen por objeto definir los alcances y objetivos de las políticas públicas nacionales en materia económica, ambiental, urbana, turística, entre otras; los cuales se vinculan con el Proyecto a continuación.

### 3.4.7.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General Del Territorio

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 (Figura 3. 3).

El proyecto se localiza 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.

Figura 3. 3. Ubicación del Proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.



Las características de las UAB 62 se describen en la Tabla 3. 16 que se presenta a continuación.

Tabla 3. 16. Características de la UAB 62.

| Clave región | UAB | Nombre de la UAB                | Rectores del desarrollo               | Coadyuvantes del desarrollo  | Asociados del desarrollo | Otros sectores de interés | Política ambiental                                     | Nivel de atención prioritaria |
|--------------|-----|---------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--|-------------------------------|
| 17.33        | 62  | Karst de Yucatán y Quintana Roo | Preservación de Flora y Fauna Turismo | Desarrollo Social y Forestal | Agricultura Ganadería    | Pueblos Indígenas         | Restauración, protección y aprovechamiento sustentable | Alta                          |

El 07 de septiembre de 2012 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el “Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio”, en dicho acuerdo se indica lo siguiente:

*“De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.*

*La planeación ambiental en México, se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Se lleva a cabo a través de programas en diferentes niveles de aplicación y con diferentes alcances, así tenemos: el General, los Marinos, los Regionales y los Locales. La formulación, aplicación y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y de los Marinos, es facultad de la Federación, la cual se ejerce a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, específicamente, a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, en coordinación con la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología.*

*El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la*

sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF - a quienes está dirigido este Programa - que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.”

En vista de lo anterior se advierte que el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, contiene estrategias dirigidas a la Administración Pública Federal, por lo tanto, únicamente son de observancia para efectos de este Proyecto. Sin embargo, a efecto de demostrar que el Proyecto da puntual cumplimiento a las estrategias planteadas por el POEGT correspondientes a la UAB 62 y aplicables al Proyecto, se ha desarrollado el siguiente análisis y ejercicio de vinculación únicamente respecto de las estrategias que resultan directamente aplicables al Proyecto (Tabla 3. 17). Aquellas estrategias correspondientes a la UAB 62 que no se mencionan en el cuadro siguiente no resultan aplicables al Proyecto.

**Tabla 3. 17. Vinculación del Proyecto con los criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.**

| <b>Estrategias UAB 62</b>  |  |
|--|--|
| <b>Estrategias</b>   | <b>Vinculación con el Proyecto</b>   |
| <b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>   |  |
| Mediante el presente DTU-BR se exponen en forma precisa las justificaciones técnicas que evidencian que el Proyecto se encuentra en cumplimiento de las estrategias señaladas en esta sección, por lo que no existirá riesgo de un desequilibrio ecológico, debido a las medidas de mitigación establecidas. |  |
| <b>Preservación</b>  |  |
| 1.- Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.   | <b>SE CUMPLE</b><br>Para este Proyecto, se establecen zonas de conservación en donde no se modificará de ninguna manera el ecosistema.   |
| 2.- Recuperación de especies en riesgo.  | <b>SE CUMPLE</b><br>Se establece un Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación y Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, que consideran el rescate de especies en riesgo, además del Programa de Supervisión Ambiental que incluye medidas de monitoreo de las especies que ocupan el sitio.   |
| 3.- Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.  | <b>SE CUMPLE</b><br>Se establece un Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación y Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, así como un Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental, conforme a la fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, que consideran el rescate de especies en riesgo, además del monitoreo de las especies que ocupan el sitio. |
| <b>Aprovechamiento sustentable</b>   |  |
| 4.- Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales;  | <b>SE CUMPLE</b>   |

| Estrategias UAB 62   |  |
|--|--|
| Estrategias  | Vinculación con el Proyecto  |
|  | <p>El aprovechamiento que se realizará de los recursos naturales, es en estricto apego a la Ley, cumpliendo con lo establecido respecto a la protección de especies y recursos naturales.</p> <p>Además de ello, se han establecido programas que permitirán recuperar y/o mantener los elementos existentes e incrementar su valor ambiental en el corto, mediano y largo plazo. Adicionalmente, todos los trabajos planteados en este DTU-BR proponen y consideran medidas de prevención y mitigación de cualquier desequilibrio ecológico que pueda presentar en su desarrollo.</p> |
| 8.- Valoración de los servicios ambientales.   | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>El Proyecto da cumplimiento a esta estrategia, en razón de que se considera en gran parte del predio zonas de conservación. Asimismo, al ser parte del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, se consideró la estructura ambiental de la zona, contemplando los corredores biológicos existentes dentro del diseño del plan maestro, y, en consecuencia, del presente Proyecto.</p>   |
| <b>Protección de los recursos naturales</b>  |  |
| 9.- Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.                      | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>La empresa promovente da cumplimiento a esta estrategia, ya que el Proyecto no representa un factor de presión a los acuíferos de la zona.</p> <p>Debido a que se inserta al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba, por lo que el abastecimiento del servicio de agua potable se realizará a través de la red de suministro del macroproyecto.</p>   |
| 10.- Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>La empresa promovente da cumplimiento a esta estrategia, ya que este Proyecto no representa un factor de presión a los acuíferos de la zona.</p> <p>Debido a que se inserta al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba, el abastecimiento del servicio de agua potable se realizará a través de la red de suministro del macroproyecto.</p>  |
| 12.- Protección de los ecosistemas.  | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>El Proyecto contempla un uso sustentable de los recursos naturales, respetando su integridad y la funcionalidad de los ecosistemas.</p>   |
| 13.- Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.              | <p><b>NO APLICA</b></p>  |

| <b>Estrategias UAB 62</b>   |  |
|---|--|
| <b>Estrategias</b>  | <b>Vinculación con el Proyecto</b>   |
|   | Únicamente se hará uso de agroquímicos autorizados por la CICOPAFEST. Además, se dará preferencia a la utilización de especies nativas para la reforestación de áreas y ajardinado.  |
| <b>Restauración</b>   |  |
| 14.- Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.   | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>En relación con esta estrategia y en particular con la restauración de ecosistemas forestales, se reforestarán las áreas necesarias con especies nativas.</p> <p>Por otro lado, es claro que la naturaleza del Proyecto no tiene relación alguna con suelos agrícolas, por lo que esta estrategia NO ES APLICABLE al Proyecto en ese tenor.</p> |
| <b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>  |  |
| <b>Infraestructura y equipamiento urbano regional</b>   |  |
| 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>Es importante señalar que la ejecución del Proyecto implica un desarrollo positivo en infraestructura vial, provocando también un aumento en la seguridad de la zona, de tal modo que se mejorarán las condiciones sociales en la región donde se realizará el mismo.</p>   |
| <b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>  |  |
| <b>Marco Jurídico</b>   |  |
| 42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.   | <p><b>SE CUMPLE</b></p> <p>Se cuenta con el respectivo título de propiedad sobre el predio en el cual se asentará el Proyecto, a pesar de no tratarse de propiedad rural.</p>  |

### 3.4.7.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC) es el instrumento de política ambiental desarrollado para fortalecer la sustentabilidad de mares y costas, teniendo como fin la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Es un elemento integrador de políticas públicas que permite dar un marco coherente a las acciones en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación de los mares, proporciona protección a los recursos marinos, combate la marginación y orienta el desarrollo hacia la sustentabilidad.

El POEMyRGMMyMC considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

## Modelo de Ordenamiento Ecológico

1. Lineamientos Ecológicos, que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.
2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.
  - Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo con su ubicación.
  - El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

Este ordenamiento prevé una serie de acciones que se clasifican en generales y específicas, con el propósito de atender la problemática ambiental identificada en la región, designando a los tres niveles de gobierno como únicos responsables de la instrumentación de dichas acciones. Sin embargo, y aun cuando la instrumentación de las acciones mencionadas para la implementación del POEMyRGMMyMC corresponden exclusivamente a las autoridades, con la intención de contribuir y manteniendo el firme compromiso de la Promoviente en favor de la preservación y conservación del medio ambiente de la región en donde se ubica el Proyecto, se ha desarrollado la vinculación con el POEMyRGMMyMC.

Según lo establecido en dicho ordenamiento, el Proyecto en cuestión se ubica en la UGA 139 – Solidaridad, ubicada en el municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo. En la siguiente Figura 3. 4 se representa la ubicación del Proyecto respecto de la UGA 139 y en la Figura 3. 5 se presenta la ubicación, extensión y acciones aplicables a la UGA 139.

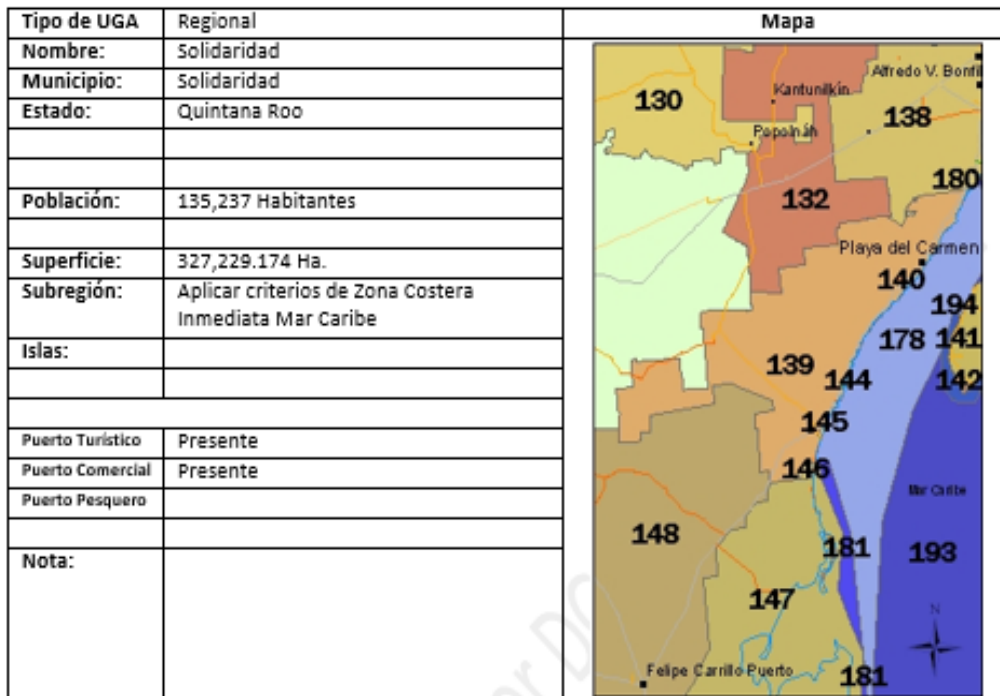


Figura 3. 4. Ubicación del Proyecto respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.



**Figura 3. 5. Ubicación, extensión y acciones aplicables a la UGA 139 – Solidaridad, Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.**

Unidad de Gestión Ambiental #:139



A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

| Acciones Específicas |            |        |            |        |            |        |            |
|----------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| Acción               | Aplicación | Acción | Aplicación | Acción | Aplicación | Acción | Aplicación |
| A-001                | APLICA     | A-027  | APLICA     | A-053  | APLICA     | A-079  | NA         |
| A-002                | APLICA     | A-028  | APLICA     | A-054  | APLICA     | A-080  | NA         |
| A-003                | APLICA     | A-029  | APLICA     | A-055  | APLICA     | A-081  | NA         |
| A-004                | NA         | A-030  | APLICA     | A-056  | APLICA     | A-082  | NA         |
| A-005                | APLICA     | A-031  | APLICA     | A-057  | APLICA     | A-083  | NA         |
| A-006                | APLICA     | A-032  | APLICA     | A-058  | APLICA     | A-084  | NA         |
| A-007                | APLICA     | A-033  | APLICA     | A-059  | APLICA     | A-085  | NA         |
| A-008                | APLICA     | A-034  | NA         | A-060  | APLICA     | A-086  | NA         |
| A-009                | APLICA     | A-035  | NA         | A-061  | APLICA     | A-087  | NA         |
| A-010                | APLICA     | A-036  | NA         | A-062  | APLICA     | A-088  | NA         |
| A-011                | APLICA     | A-037  | APLICA     | A-063  | APLICA     | A-089  | NA         |
| A-012                | APLICA     | A-038  | APLICA     | A-064  | APLICA     | A-090  | NA         |
| A-013                | APLICA     | A-039  | APLICA     | A-065  | APLICA     | A-091  | NA         |
| A-014                | APLICA     | A-040  | APLICA     | A-066  | APLICA     | A-092  | NA         |
| A-015                | APLICA     | A-041  | NA         | A-067  | APLICA     | A-093  | NA         |
| A-016                | APLICA     | A-042  | NA         | A-068  | APLICA     | A-094  | NA         |
| A-017                | APLICA     | A-043  | NA         | A-069  | APLICA     | A-095  | NA         |
| A-018                | APLICA     | A-044  | APLICA     | A-070  | APLICA     | A-096  | NA         |
| A-019                | APLICA     | A-045  | NA         | A-071  | APLICA     | A-097  | NA         |
| A-020                | APLICA     | A-046  | APLICA     | A-072  | APLICA     | A-098  | NA         |
| A-021                | APLICA     | A-047  | NA         | A-073  | NA         | A-099  | NA         |
| A-022                | APLICA     | A-048  | NA         | A-074  | NA         | A-100  | NA         |
| A-023                | APLICA     | A-049  | NA         | A-075  | NA         |        |            |
| A-024                | APLICA     | A-050  | APLICA     | A-076  | NA         |        |            |
| A-025                | APLICA     | A-051  | APLICA     | A-077  | APLICA     |        |            |
| A-026                | APLICA     | A-052  | APLICA     | A-078  | NA         |        |            |

NA = NO APLICA

En la siguiente Tabla 3. 18 se presenta la vinculación del Proyecto con los criterios generales establecidos en el POEMyRGMMyMC y en la Tabla 3. 19 con los criterios específicos, que le son aplicables.

**Tabla 3. 18. Vinculación del Proyecto con los criterios generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.**

| Clave       | Acciones Generales   |
|-------------|--|
| <b>G001</b> | <b>Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.</b>   |
|             | El cumplimiento del presente criterio no es obligación de la Promovente del Proyecto; sin embargo, ésta promoverá la utilización de tecnologías y la implementación de buenas prácticas de manejo para el uso eficiente del agua.  |
| <b>G002</b> | <b>Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.</b>   |
|             | El presente criterio no es aplicable a la Promovente del Proyecto, dichos mecanismos de pago serán ser implementados por las autoridades competentes en la materia.  |
| <b>G003</b> | <b>Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.</b>  |
|             | La Promovente del Proyecto no tiene considerado la creación de una UMA.  |
| <b>G004</b> | <b>Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).</b> |
|             | Este criterio es aplicable a la autoridad y no al Promovente; por otra parte, el Proyecto no contempla la realización de actividades extractivas de flora ni de fauna.   |
| <b>G005</b> | <b>Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.</b>  |
|             | El presente criterio no es aplicable a la Promovente del Proyecto, en razón de que no se contempla el establecimiento de bancos de germoplasma.  |
| <b>G006</b> | <b>Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.</b>  |
|             | No se plantea la construcción o desarrollo de obras que impliquen la emisión de gases con efecto invernadero. Sin embargo, para el cumplimiento del criterio, la maquinaria y equipo de combustión interna que sea utilizada para el desarrollo del Proyecto en cualquiera de sus etapas, se encontrará en óptimas condiciones mecánicas para disminuir la emisión de estos gases.   |
| <b>G007</b> | <b>Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.</b>   |
|             | La realización de estas acciones no es responsabilidad de la Promovente, por lo que no es aplicable.   |
| <b>G008</b> | <b>El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.</b>   |
|             | La promovente del Proyecto no tiene visualizado utilizar organismos genéticamente modificados dentro de sus actividades.   |
| <b>G009</b> | <b>Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.</b>   |
|             | El cumplimiento del presente criterio no es responsabilidad de la Promovente del Proyecto. No se omite manifestar que la caracterización ambiental del predio fue considerada durante el diseño del Proyecto, evitando la fragmentación del hábitat y considerando corredores biológicos para el desplazamiento de las especies.   |
| <b>G010</b> | <b>Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.</b>   |
|             | El presente criterio es aplicable para las autoridades competentes, el Proyecto no tiene contemplado reutilizar áreas agropecuarias.   |

| Clave       | Acciones Generales   |
|-------------|--|
| <b>G011</b> | <b>Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.</b>  |
|             | El mencionado criterio no es aplicable, ya que corresponde a una obligación para la autoridad y no para la Promovente. El Proyecto implementará todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales que constituyen el SMGA del Proyecto, las cuales se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, mismas que tienen como objetivo minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto del desarrollo del mismo. |
| <b>G012</b> | <b>Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.</b>   |
|             | El mencionado criterio no es aplicable, ya que corresponde a una obligación para la autoridad y no para la Promovente. Por otra parte, el Proyecto no incluye el desarrollo de parques industriales.   |
| <b>G013</b> | <b>Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.</b>   |
|             | El Proyecto no contempla la introducción de especies potencialmente invasoras en ningún área del proyecto. Asimismo, se apegará a lo establecido en el SMGA del Proyecto, el cual se encuentra alineado al proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, por lo que las especies que se utilicen en las labores de jardinería y reforestación serán preferentemente nativas.  |
| <b>G014</b> | <b>Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.</b>  |
|             | No aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, se manifiesta que dentro del predio del Proyecto no existen ríos superficiales.  |
| <b>G015</b> | <b>Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.</b>   |
|             | Este criterio no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.  |
| <b>G016</b> | <b>Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.</b>  |
|             | Lo estipulado en este criterio no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.  |
| <b>G017</b> | <b>Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.</b>  |
|             | No aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente. Por otra parte, el Proyecto no implica actividades agrícolas de ningún tipo, además de que en la región donde se ubica no existen pendientes mayores a 50%.   |
| <b>G018</b> | <b>Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.</b>   |
|             | Lo indicado en este criterio no aplica al Proyecto propuesto, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.  |
| <b>G019</b> | <b>Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.</b>  |
|             | Lo indicado en este criterio no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no la Promovente.  |
| <b>G020</b> | <b>Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.</b>   |
|             | No aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente. Asimismo, en la región donde se ubica el Proyecto no existen ríos superficiales ni zonas inundables.  |
| <b>G021</b> | <b>Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.</b>   |
|             | No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.   |
| <b>G022</b> | <b>Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.</b>   |
|             | Lo indicado en este criterio no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.  |
| <b>G023</b> | <b>Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.</b>   |
|             | Lo estipulado en este criterio no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente. Sin embargo, el Proyecto propuesto implementará todas las medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales identificados contenidas en el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, incluyendo las que conforman el Subprograma de Conservación del Hábitat, entre las  |

| Clave | Acciones Generales  |
|-------|---|
|       | cuales se encuentran definir e implementar medidas para el manejo y control de especies de fauna nociva con métodos de bajo impacto ambiental.  |
| G024  | <b>Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.</b> |
|       | Lo contenido en este criterio no es aplicable ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.   |
| G025  | <b>Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.</b>   |
|       | Este criterio no es aplicable ya que el presente Proyecto no contempla actividades productivas de tipo agrícola o forestal.   |
| G026  | <b>Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).</b>  |
|       | Este criterio no es aplicable, debido a que no existen gradientes altitudinales en el área donde se ubica el Proyecto.  |
| G027  | <b>Promover el uso de combustibles de no origen fósil.</b>  |
|       | Lo indicado por este criterio no aplica, ya que es una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| G028  | <b>Promover el uso de energías renovables.</b>  |
|       | Este criterio no es aplicable, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.  |
| G029  | <b>Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.</b>   |
|       | No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.  |
| G030  | <b>Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.</b>  |
|       | No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.  |
| G031  | <b>Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.</b>   |
|       | Lo indicado en este criterio no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.   |
| G032  | <b>Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.</b>   |
|       | Este criterio no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| G033  | <b>Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.</b>   |
|       | Este criterio no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| G035  | <b>Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.</b>   |
|       | No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.  |
| G036  | <b>Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.</b>  |
|       | No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.  |
| G037  | <b>Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.</b>  |
|       | Este criterio no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye instalaciones industriales de ningún tipo.  |
| G038  | <b>Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.</b>                               |
|       | Este criterio no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| G039  | <b>Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.</b>   |
|       | Lo contenido en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| G040  | <b>Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.</b>  |
|       | Lo indicado en este criterio no aplica, ya que es una obligación para la autoridad y no para la Promovente.   |
| G041  | <b>Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.</b>  |

| Clave       | Acciones Generales  |
|-------------|---|
|             | Este criterio no aplica, ya que contiene una obligación aplicable para la autoridad y no a la Promovente.   |
| <b>G042</b> | <b>Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.</b>   |
|             | Este criterio no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| <b>G043</b> | <b>LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.</b>  |
|             | Lo estipulado en este criterio no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.   |
| <b>G044</b> | <b>Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.</b>   |
|             | Lo estipulado en este criterio no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.   |
| <b>G045</b> | <b>Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.</b>   |
|             | Lo indicado en este criterio no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.   |
| <b>G046</b> | <b>Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.</b>  |
|             | Lo contenido en este criterio no aplica, ya que es una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| <b>G047</b> | <b>Impulsar la diversificación de actividades productivas.</b>  |
|             | Lo estipulado en este criterio no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.   |
| <b>G048</b> | <b>Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.</b>   |
|             | El presente Proyecto aplicará todas las medidas contenidas en el SMGA del Proyecto, el cual se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las cuales se encuentran la participación activa del Promovente en la instrumentación y apoyo de campañas de prevención ante desastres naturales que indique la autoridad correspondiente.   |
| <b>G049</b> | <b>Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.</b>   |
|             | Este criterio no es aplicable, debido a que contempla una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.   |
| <b>G050</b> | <b>Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.</b>  |
|             | Lo indicado no aplica, ya que es una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| <b>G051</b> | <b>Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.</b>   |
|             | Lo establecido en este criterio no aplica, ya que es una obligación que recae sobre la autoridad y no sobre la Promovente. Sin embargo, el Proyecto se apegará a lo establecido en el SMGA del Proyecto, el cual se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, incluyendo la implementación de reglamentos internos para la conservación y buen uso de los recursos, que integran medidas para el adecuado manejo de los residuos. |
| <b>G052</b> | <b>Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).</b>  |
|             | Lo estipulado en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.   |
| <b>G053</b> | <b>Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.</b>   |
|             | Lo contenido en este criterio representa una obligación que corresponde a la autoridad y no a la Promovente.  |
| <b>G054</b> | <b>Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.</b>   |

| Clave       | Acciones Generales  |
|-------------|---|
|             | Lo establecido en el presente criterio, es una obligación que corresponde a la autoridad y no a la Promovente. Asimismo, el Proyecto no considera actividades del sector industrial.  |
| <b>G055</b> | <b>La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.</b>  |
|             | Se cumple mediante la presentación de este DTU-BR.  |
| <b>G056</b> | <b>Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.</b>   |
|             | Este criterio no es aplicable ya que corresponde a una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| <b>G057</b> | <b>Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.</b>  |
|             | Lo establecido en este criterio no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la promovente.  |
| <b>G058</b> | <b>La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.</b>  |
|             | El Proyecto implementará todas las medidas establecidas en el SMGA del Proyecto, que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentran diversas acciones contenidas en el Programa de Manejo de Residuos, para realizar el manejo adecuado de los residuos peligrosos, conforme a lo establecido en la legislación vigente, por lo que se da cumplimiento a este criterio. |
| <b>G059</b> | <b>El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.</b>  |
|             | Lo establecido en este criterio no es aplicable, ya que el Proyecto no se encuentra ubicado dentro de la poligonal de ningún área natural protegida.  |
| <b>G060</b> | <b>Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.</b>   |
|             | Este criterio no aplica ya que el Proyecto no considera la construcción de infraestructura en zona costera ni en áreas con vegetación acuática sumergida.   |
| <b>G061</b> | <b>La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.</b>  |
|             | El Proyecto no contempla la construcción de infraestructura en la costa, por lo que este criterio no le es aplicable.   |
| <b>G062</b> | <b>Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.</b>   |
|             | Lo indicado en el presente criterio no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente, además de que el Proyecto no incluyen actividades agropecuarias de ningún tipo.  |
| <b>G063</b> | <b>Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.</b>   |
|             | Lo estipulado no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no a la Promovente.   |
| <b>G064</b> | <b>La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.</b>   |
|             | Lo establecido en este criterio no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.  |
| <b>G065</b> | <b>La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.</b>   |
|             | Lo establecido en este criterio no es aplicable, debido a que el Proyecto no se ubica dentro de la poligonal de ningún área natural protegida.  |

**Tabla 3. 19. Vinculación del Proyecto con los criterios específicos para la UGA 139 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.**

| Clave       | Criterios Específicos  |
|-------------|--|
| <b>A001</b> | <b>Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.</b>  |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.  |
| <b>A002</b> | <b>Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.</b>   |
|             | El mencionado criterio no es aplicable, ya que corresponde a una obligación para la autoridad y no para la Promovente. Sin perjuicio de lo anterior, el Proyecto implementará todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales que constituyen el SMGA del Proyecto, el cual se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, las cuales minimizan las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto del desarrollo del mismo.                 |
| <b>A003</b> | <b>Usar preferentemente fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.</b>  |
|             | El Proyecto se ajusta a lo establecido en este criterio, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA descritas en el Capítulo 7 del presente DTU-BR, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentran el uso exclusivo de agroquímicos autorizados por la CICOPLAFEST.   |
| <b>A005</b> | <b>Instrumentar mecanismos y programas para reducir las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.</b>   |
|             | El Proyecto se ajusta a lo establecido en este criterio, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA del Proyecto, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, incluyendo acciones de mantenimiento de tuberías e instalaciones de distribución del agua para evitar fugas.   |
| <b>A006</b> | <b>Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.</b>   |
|             | El Proyecto cumple con lo establecido en este criterio, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA del Proyecto, que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, incluyendo la reincorporación de aguas pluviales por medio de pozos de inyección.   |
| <b>A007</b> | <b>Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.</b>   |
|             | El Proyecto dejará zonas de conservación, cumpliendo con el objeto de este criterio.   |
| <b>A008</b> | <b>Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.</b>   |
|             | El predio del Proyecto se ubica al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral. Tomando en consideración lo anterior y toda vez que no se encuentran playas al interior del predio, el presente criterio no es aplicable al Proyecto.  |
| <b>A009</b> | <b>Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.</b>   |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Además, como se ha indicado anteriormente, el Proyecto se localiza en el Km 299 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, estando toda la superficie comprendida al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral, motivo por el cual no se encuentran playas al interior del predio, dejando sin aplicación lo contenido en este criterio. |
| <b>A010</b> | <b>Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.</b>   |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Además, como se ha indicado anteriormente, el Proyecto se localiza en el Km 299 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, estando toda la superficie comprendida al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral, motivo por el cual no se encuentran playas al interior del predio, dejando sin aplicación lo contenido en este criterio. |



| Clave | Criterios Específicos   |
|-------|---|
| A011  | <b>Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.  |
| A012  | <b>Evitar la modificación de las dunas costeras, así como eliminar la vegetación natural y construir sobre ellas.</b>   |
|       | Tal y como se ha indicado anteriormente, el Proyecto se localiza en el Km 299 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, estando toda la superficie comprendida al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral, de conformidad con lo anterior y toda vez que no se encuentran zonas de playa al interior del predio, este criterio no es aplicable.   |
| A013  | <b>Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades marítimas de ningún tipo.   |
| A014  | <b>Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.  |
| A015  | <b>Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.  |
| A016  | <b>Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no se ubica dentro de la poligonal de ningún área natural protegida.   |
| A017  | <b>Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Sin embargo, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA del Proyecto, que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentran la reforestación de áreas degradadas que se encuentran en zonas designadas para conservación.   |
| A018  | <b>Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Sin embargo, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA del Proyecto, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentran el rescate de flora y fauna con énfasis en especies consideradas en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como otras medidas cuyo fin es conservar las características que permiten el desarrollo de las especies en riesgo dentro del Proyecto. |
| A019  | <b>Instrumentar programas de remediación de suelos de acuerdo a la LGPGIR, su reglamento y a la NOM-138- SEMARNAT, de ser aplicable, en suelos que sean aptos para conservación o preservación.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.  |
| A020  | <b>Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar la contaminación del aire producida en los periodos de zafra.</b>   |

| Clave | Criterios Específicos   |
|-------|---|
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente, además de que el Proyecto no contempla actividades relacionadas con el manejo de la caña verde.  |
| A021  | <b>Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.</b>  |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.  |
| A022  | <b>Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.  |
| A023  | <b>Aplicar medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.</b>  |
|       | Lo indicado en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente. No obstante, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el SMGA del Proyecto, las que se encuentran alienadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba autorizado, contribuyendo al cumplimiento de este criterio.  |
| A024  | <b>Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores.</b>  |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.  |
| A025  | <b>Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.</b>  |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.  |
| A026  | <b>Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no considera actividades de tipo industrial.   |
| A027  | <b>Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto se pretende desarrollar en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, por lo que no colindan con el litoral y por lo tanto carecen de playas, dejando sin aplicación lo contenido en este criterio. |
| A028  | <b>Evitar la instalación de infraestructura permanente o de ocupación continua entre la playa y el primero o segundo cordón de dunas. Salvo aquellas que correspondan a proyectos prioritarios de beneficio público por parte de PEMEX, CFE y SCT y/o en casos de contingencia meteorológica o desastre natural, minimizando la alteración de esta zona.</b>  |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto se pretende desarrollar en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, por lo que no colindan con el litoral y por lo tanto carecen de playas, dejando sin aplicación lo contenido en este criterio. |
| A029  | <b>Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por contingencia meteorológica o desastre natural.</b>   |
|       | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no contempla cambio alguno en el   |

| Clave       | Criterios Específicos  |
|-------------|--|
|             | perfil de la costa ni en los patrones de circulación de las corrientes alineadas a ésta, por lo que dan cumplimiento a lo establecido en este criterio.  |
| <b>A030</b> | <b>Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.</b>  |
|             | Debido a la ubicación del Proyecto, este no afectará de ninguna forma los elementos descritos en este criterio. Sin perjuicio de lo anterior, para el diseño del Proyecto se consideraron diversos estudios con el fin de minimizar la afectación de los elementos naturales existentes en el predio, adoptando y empleando tecnología adecuada para un desarrollo sustentable, así como medidas de prevención, mitigación y compensación delineadas específicamente para los impactos ambientales que generará el Proyecto. |
| <b>A031</b> | <b>Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.</b>   |
|             | El Proyecto se desarrolla en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez que carecen de litoral y no colindan con ningún sistema lagunar costero, por lo que este criterio no le es aplicable.  |
| <b>A032</b> | <b>Evitar la modificación de las características físicas y químicas de playas y dunas costeras.</b>  |
|             | El Proyecto se pretende desarrollar en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, por lo que no colindan con el litoral y por lo tanto carecen de playas y dunas costeras, dejando sin aplicación lo contenido en este criterio.  |
| <b>A033</b> | <b>Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.</b>  |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.   |
| <b>A037</b> | <b>Fomentar la generación energética por medio de energía solar.</b>   |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.   |
| <b>A038</b> | <b>Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.</b>  |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.   |
| <b>A039</b> | <b>Reducir el uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.</b>   |
|             | El Proyecto aplicará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentra el uso exclusivo de agroquímicos autorizados por la CICOPLAFEST para el mantenimiento de áreas verdes, por lo que se da cumplimiento a este criterio.   |
| <b>A040</b> | <b>Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.</b>   |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades pesqueras de ningún tipo.  |
| <b>A044</b> | <b>Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.</b>  |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades pesqueras de ningún tipo.  |
| <b>A046</b> | <b>Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.</b>   |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades marinas de ningún tipo.  |
| <b>A050</b> | <b>Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.</b>  |

| Clave       | Criterios Específicos  |
|-------------|--|
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente   |
| <b>A051</b> | <b>Construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.</b>  |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente   |
| <b>A052</b> | <b>Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.</b>   |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente   |
| <b>A053</b> | <b>Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.</b>   |
|             | Lo estipulado en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la promovente.  |
| <b>A054</b> | <b>Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.</b>   |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente   |
| <b>A055</b> | <b>Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.</b>  |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente   |
| <b>A056</b> | <b>Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.</b>   |
|             | Este criterio no aplica, ya que conforme al Anexo 6 del POEMyRGMMyMC, es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente   |
| <b>A057</b> | <b>El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.</b>  |
|             | El presente Proyecto no contempla el desarrollo de zonas urbanas en áreas de riesgo industrial o susceptibles de inundación o derrumbe. Asimismo, el Proyecto se apega a la zonificación ambiental establecida para el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, la cual ubica a los ecosistemas frágiles como zonas de protección en donde no será posible el establecimiento de infraestructura urbana. De esta forma, el Proyecto da cumplimiento a este criterio. |
| <b>A058</b> | <b>Hacer campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.</b>   |
|             | Lo establecido en el presente criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| <b>A059</b> | <b>Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.</b>   |
|             | Lo señalado por el presente criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| <b>A060</b> | <b>Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.</b>   |
|             | Lo indicado en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente, conforme a lo señalado en el Anexo 6 de este instrumento.  |
| <b>A061</b> | <b>Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.</b>   |
|             | Lo indicado en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente, conforme a lo señalado en el Anexo 6 de este instrumento.  |
| <b>A062</b> | <b>Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.</b>   |

| Clave | Criterios Específicos   |
|-------|---|
|       | Lo señalado por este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente. Sin embargo, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales contenidas en el SMGA del Proyecto, las que se encuentran alienadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las cuales se encuentra la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, dentro del cual se prevé el adecuado manejo y disposición de los residuos (líquidos, sólidos y peligrosos) generados en las diferentes etapas del proyecto. De esta manera, se da cumplimiento a este criterio. |
| A063  | <b>Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.</b>  |
|       | Lo establecido en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| A064  | <b>Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.</b>   |
|       | Lo indicado en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente, conforme a lo señalado en el Anexo 6 de este instrumento.   |
| A065  | <b>Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.</b>  |
|       | Lo señalado por este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| A066  | <b>Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.</b>  |
|       | Lo indicado en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente, conforme a lo señalado en el Anexo 6 de este instrumento.   |
| A067  | <b>Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.</b>  |
|       | <p>El Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales contenidas en el SMGA del proyecto autorizado, entre las cuales se encuentran:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El mantenimiento de tuberías e instalaciones.</li> <li>2. Incorporar la captación aguas pluviales, mismas que serán dirigidas a pozos de absorción.</li> </ol> <p>De esta manera, el Proyecto da cabal cumplimiento a este criterio.</p>  |
| A068  | <b>Promover e impulsar el desarrollo e instrumentación de planes de manejo para residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.</b>   |
|       | El Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales del SMGA del Proyecto, las que se encuentran alienadas con el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba autorizado, entre las cuales se encuentra la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos que contiene acciones específicas para el manejo de residuos sólidos, peligrosos y líquidos y sanitarios. Lo anterior permite a la Promovente contribuir al cumplimiento de lo dispuesto en este criterio.   |
| A069  | <b>Establecer planes de manejo que permitan el aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos para evitar su disposición al mar.</b>  |
|       | Lo indicado en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la promovente, conforme a lo señalado en el Anexo 6 de este instrumento.   |
| A070  | <b>Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.</b>   |
|       | Lo señalado por este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.  |
| A071  | <b>Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.</b>   |

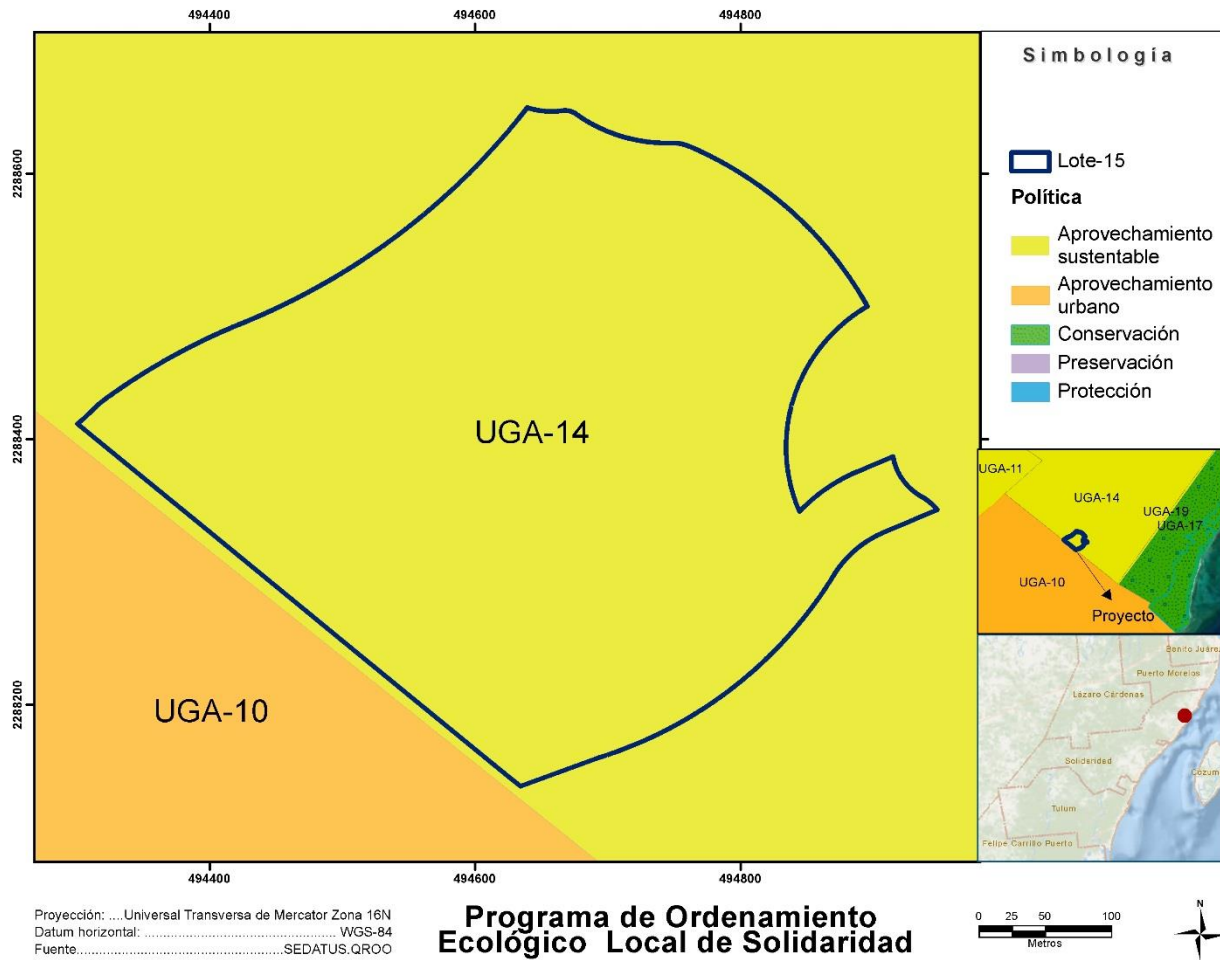
| Clave       | Criterios Específicos   |
|-------------|---|
|             | Lo indicado en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente, conforme a lo señalado en el Anexo 6 de este instrumento.   |
| <b>A072</b> | <b>Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.</b>   |
|             | Lo dispuesto en este criterio no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente. Sin embargo, el Proyecto aplicará las buenas prácticas establecidas en el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, que demuestren el apego del Proyecto a los criterios de sustentabilidad ambiental y social. De esta forma, se da cumplimiento a este criterio. |
| <b>A077</b> | <b>La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos, flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.</b>  |
|             | Lo dispuesto no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye el desarrollo de infraestructura aeroportuaria.  |

Como se demuestra en la Tabla 3. 18 y Tabla 3. 19, el Proyecto presenta un total cumplimiento respecto a las obligaciones y criterios aplicables a la UGA 139, respetando lo establecido en este instrumento de ordenamiento ecológico.

#### 3.4.7.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL-S), publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, así como a la localización de Ciudad Mayakoba, lugar donde se pretende realizar el Proyecto, le corresponden la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 14 Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen (Figura 3. 6).

**Figura 3. 6. UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad aplicable al Proyecto.**



Para la UGA 14, la vocación del uso del suelo, así como los usos condicionados e incompatibles están definidos por el mismo POEL-S. No obstante, a lo anterior los parámetros urbanos del predio se encuentran definidos por la Modificación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” (PPDU-J) publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 10 de marzo del 2016 los cuales, como se demostrará en el contenido de este capítulo, son cumplidos por el Proyecto.

**El objetivo de la UGA 14 es:** Impulsar que el crecimiento sea controlado buscando una mejor calidad de vida con terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, estableciendo una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para el desarrollo.

Tabla 3. 20. Especificaciones de la UGA 14 conforme a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad.

| UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL       |   | 14   |        |
|-----------------------------------|---|--|--------|
| NOMBRE                            | RESERVA URBANA NORTE-SUR DE PLAYA DEL CARMEN  |  |        |
| POLÍTICA AMBIENTAL                | Aprovechamiento sustentable   |  |        |
| SUPERFICIE                        | 7,448.13 hectáreas  | PORCENTAJE MUNICIPAL   | 3.75 % |
| ESCENARIO INICIAL                 | <p>Las zonas propuestas se ubican dentro del área afectada por los incendios de 1989, por lo que la vegetación es de tipo secundario en su mayor parte. Asimismo, la zona presenta en lo general una aptitud baja para la conservación, ya que son áreas que han sufrido una degradación ambiental por actividades antropogénicas.</p> <p>La carencia de vivienda genera inequidades sociales y propicia el surgimiento y proliferación de asentamientos no regulares, teniendo como resultado un crecimiento anárquico en los centros urbanos, y el aumento del rezago en infraestructura urbana y de servicios.</p> |  |        |
| TENDENCIAS                        | En la actualidad existe la necesidad por parte de las autoridades municipales y estatales, por dotar de terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, ya que las superficies planeadas para la reserva urbana prácticamente se han agotado, por ello es importante establecer una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para este desarrollo.  |  |        |
| LINEAMIENTO AMBIENTAL             | La zona se desarrollará de manera armónica, de conformidad a los planes o programas aplicables. Los servicios urbanos se establecerán de manera oportuna, ofreciendo espacios urbanos dignos y confortables.  |  |        |
| ESTRATEGIAS AMBIENTALES           | Los usos previstos en el presente instrumento, quedan sujetos a las disposiciones normativas de carácter ambiental y urbano, con el objetivo de incentivar y reforzar las actividades compatibles, fomentar la instalación del equipamiento requerido y proponer zonas habitacionales y actividades productivas de manera conjunta y equilibrada, buscando a si el desarrollo sustentable de la región.   |  |        |
| VOCACIÓN DE USO DEL SUELO         | Urbana.   |  |        |
| USOS CONDICIONADOS                | Ecoturístico, turístico, industrial, minería, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, reserva natural, equipamiento.  |  |        |
| USOS INCOMPATIBLES                | Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, marina.   |  |        |
| CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA | USO   | CRITERIOS ESPECÍFICOS  |        |
|                                   | Ecoturístico  | 08, 09, 18, 29, 31, 39, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 80, 81, 86, 95, 100.                           |        |
|                                   | Suburbano   | 26, 39, 52, 54, 80, 85, 86, 95, 100.   |        |
|                                   | Urbano  | 23, 24, 116.   |        |
|                                   | Industrial  | 28, 39, 53, 54, 70, 72, 73, 74, 75, 78, 80, 95, 100, 102, 110.                                 |        |
|                                   | Minero  | 10, 28, 39, 42, 43, 44, 52, 54, 58, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 78, 95, 110, 111, 112.             |        |
|                                   | UMA's   | 04, 07, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 80, 82, 86, 100.                                   |        |
|                                   | Deportivo   | 06, 09, 13, 25, 37, 39, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 80, 85, 86, 94, 95, 100.               |        |
|                                   | Parque recreativo   | 06, 08, 09, 11, 28, 31, 39, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 80, 85, 86, 95, 100, 102, 108. |        |
|                                   | Reserva Natural   | 07, 16, 30, 80, 86, 100  |        |
|                                   | Comercial   | 28, 39, 53, 54, 63, 70, 71, 72, 73, 75, 80, 95, 102, 109.                                      |        |
| Equipamiento                      | 32, 53, 54, 85, 86.   |  |        |



Esta unidad de gestión ambiental presenta la política ambiental de Aprovechamiento sustentable.

**Aprovechamiento sustentable:** *La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.*

#### **Vinculación y cumplimiento:**

El Proyecto da cumplimiento a la política ambiental, ya que se respeta todos y cada uno de los criterios de regulación ambiental, mediante lo cual se garantiza el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así mismo dentro del Proyecto se presentan diversas estimaciones que demuestran que el Proyecto no afectará los recursos de agua, suelo y vegetación del predio, para lo cual se definió el establecimiento del 40.50%, del Proyecto, como áreas de conservación.

#### **Las disposiciones y orientaciones**

Los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad han sido organizados en tres grupos:

- Los criterios ecológicos de aplicación general (CG), son aplicables a la totalidad del territorio ordenando 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.
- Los criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (CU), son aplicables en la totalidad del territorio ordenado dentro 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.
- Los criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el municipio de solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso de suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

A continuación, se hace la vinculación de los criterios aplicables para el Proyecto, siguiendo el orden primero de criterios ecológicos de aplicación general (Tabla 3. 21), criterios de regulación ecológica de aplicación en áreas urbanas (Tabla 3. 22), y criterios de regulación ecológica específicos (Tabla 3. 23).

**Tabla 3. 21. Vinculación del Proyecto con los criterios ecológicos de aplicación general del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.**

| Criterios Ecológicos de Aplicación General |  |   |
|--|--|---|
| Criterio                                   | Descripción del criterio   | Vinculación del proyecto  |
| CG-01                                      | 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. | La Promovente para dar cumplimiento a este criterio, realiza la vinculación del tipo legal que corresponde a al DTU-BR, con el cual se acredita la viabilidad jurídica del Proyecto y se demuestra fehacientemente ante la autoridad evaluadora que se tiene conocimiento de los instrumentos legales que puedan aplicar directa o indirectamente al Proyecto y que el desconocimiento de la ley no exime de su responsabilidad. Manifestando que no iniciará la ejecución de las obras hasta tener todas las autorizaciones emitidas por las autoridades correspondientes en sus diferentes niveles de gobierno.   |
| CG-02                                      | 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.   | <p>La Promovente no realizará ninguna actividad relacionada con la ejecución del Proyecto hasta obtener la autorización correspondiente y previamente a realizar cualquier actividad de desmonte la Promovente se compromete a que en el marco de la propuesta del Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación conforme a lo establecido en la fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, se llevará a cabo la implementación de las acciones de rescate de especies vegetales correspondientes, el cual será sometido a la autorización correspondiente y se implementará en las zonas autorizadas para el aprovechamiento con el fin de dar cumplimiento al presente criterio. Se pondrá especial interés en las especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como en las arbóreas de mayor talla y cactáceas.</p> <p>No se omite manifestar que el Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación está alienado a los programas de manejo autorizados para el SMGA del proyecto Ciudad Mayakoba, el cual fue autorizado por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante el oficio SGPA/DGIRA/04219 de fecha 19 de junio del año 2013.</p> |
| CG-03                                      | 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.  | El Proyecto ha considerado la implementación de las medidas establecidas en el Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna que se señala en el Capítulo 7 y que se encuentran alienadas con el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Entre las medidas contempladas se encuentran el recorrido previo al desmonte dentro de las áreas de desplante por un especialista en manejo de fauna, con la finalidad de rescatar individuos de fauna silvestre que lo requieran y trasladarlos a las áreas de conservación del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Previo a su traslado, cada organismo será identificado y registrado en formatos especiales.   |

| Criterios Ecológicos de Aplicación General |  |  |          |               |   |                    |      |       |              |      |       |            |      |      |              |             |              |
|--|--|--|----------|---------------|---|--------------------|------|-------|--------------|------|-------|------------|------|------|--------------|-------------|--------------|
| Criterio                                   | Descripción del criterio   | Vinculación del proyecto   |          |               |   |                    |      |       |              |      |       |            |      |      |              |             |              |
| CG-04                                      | 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. | <p>En la ejecución del Proyecto, se contemplan áreas de conservación con vegetación natural, área ajardinada con vegetación nativa del lugar y corredor biológico (40.61%). Los individuos que sean rescatados serán reubicados en el Proyecto ya sea en áreas ajardinadas, en áreas de conservación o el corredor biológico.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Superficie ha</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Corredor biológico</td> <td>3.63</td> <td>20.27</td> </tr> <tr> <td>Conservación</td> <td>3.62</td> <td>20.23</td> </tr> <tr> <td>Ajardinada</td> <td>0.02</td> <td>0.11</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>7.28</b></td> <td><b>40.61</b></td> </tr> </tbody> </table>  | Concepto | Superficie ha | % | Corredor biológico | 3.63 | 20.27 | Conservación | 3.62 | 20.23 | Ajardinada | 0.02 | 0.11 | <b>Total</b> | <b>7.28</b> | <b>40.61</b> |
| Concepto                                   | Superficie ha  | %  |          |               |   |                    |      |       |              |      |       |            |      |      |              |             |              |
| Corredor biológico                         | 3.63   | 20.27  |          |               |   |                    |      |       |              |      |       |            |      |      |              |             |              |
| Conservación                               | 3.62   | 20.23  |          |               |   |                    |      |       |              |      |       |            |      |      |              |             |              |
| Ajardinada                                 | 0.02   | 0.11   |          |               |   |                    |      |       |              |      |       |            |      |      |              |             |              |
| <b>Total</b>                               | <b>7.28</b>  | <b>40.61</b>   |          |               |   |                    |      |       |              |      |       |            |      |      |              |             |              |
| CG-05                                      | 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 usos previos o con vegetación secundaria o acahual.  | El Proyecto se apega a la zonificación establecida en el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, la cual se definió con base en la caracterización ambiental del predio y del SAR, así como en apego a los instrumentos de planeación, legislación y normatividad aplicables y cuyos impactos ambientales, incluyendo la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de poblaciones de vida silvestre ya fueron evaluados mediante la MIA-R del proyecto autorizado. Asimismo, El Proyecto se apega a la superficie de aprovechamiento definida para el Lote 15 del PDU-J y en el proyecto Ciudad Mayakoba autorizado. El Proyecto no afectará las áreas de donación, las áreas verdes, ni las áreas de amortiguamiento; por lo que no fragmentará el ecosistema ni generará aislamiento de las poblaciones de forma adicional o diferente a lo ya evaluado para el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, del que forma parte. |          |               |   |                    |      |       |              |      |       |            |      |      |              |             |              |
| CG-06                                      | 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.  | El Proyecto da cabal cumplimiento a este criterio. Se realizará la recuperación de la tierra vegetal y el triturado de la vegetación resultante del desmonte. En ningún momento se comercializarán productos o subproductos derivados del desmonte. En su caso, se utilizarán para el mejoramiento de las áreas verdes del Proyecto.   |          |               |   |                    |      |       |              |      |       |            |      |      |              |             |              |
| CG-07                                      | 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.   | La Promovente, con el objetivo de cumplir con el criterio, manifiesta que ha previsto que la descarga de aguas residuales se realice mediante la captación de las mismas en el Proyecto, las cuales se conducirán hacia el sistema de drenaje de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado. El agua será conducida a través de tubería subterránea y cárcamos o depósitos de bombeo. Durante las fases de preparación del sitio y construcción se prevé la generación de aguas residuales derivadas de los servicios sanitarios instalados en el Proyecto, mismas que serán retiradas de la obra por la empresa autorizada y contratada para  |          |               |   |                    |      |       |              |      |       |            |      |      |              |             |              |

| Criterios Ecológicos de Aplicación General |  |  |
|--|--|--|
| Criterio                                   | Descripción del criterio   | Vinculación del proyecto   |
|  |  | la prestación de los servicios sanitarios para su manejo y disposición final.  |
| CG-08                                      | En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.   | La Promovente dará cumplimiento a este criterio basado en lo señalado en el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba el cual cuenta con el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013, y que contempla ubicar en plazas y caminos un sistema de drenaje pluvial, adaptado a la forma de escurrimiento natural del Proyecto, el agua colectada mediante el sistema señalado, será conducida hacia pozos de absorción con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos además de una filtración arenosa. |
| CG-09                                      | 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 o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).   | El Proyecto contempla la construcción de pozos de absorción, para el drenaje pluvial (Anexo 2.1), por lo que solicitará la aprobación correspondiente a la CONAGUA, con la finalidad de dar cumplimiento al presente criterio.   |
| CG-10                                      | 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.   | El material utilizado para la construcción de las diferentes obras que forman parte del Proyecto, así como de todos aquellos materiales que se requieran para el buen funcionamiento del Proyecto serán adquiridos a proveedores de materiales que estén autorizados para realizar sus actividades comerciales de manera formal.   |
| CG-11                                      | En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo 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).  | En caso de emplear insumos agrícolas para el control de plagas o fertilización de plantas en las áreas verdes del Proyecto se procurará el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST), tal y como lo marca la presente medida.  |
| CG-12                                      | 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. | El predio localizado dentro del proyecto Ciudad Mayakoba, en los cuales se realizarán las obras que en conjunto forman el Proyecto, están identificado con el número 15 a, b y c, perteneciente a la Unidad de Gestión Ambiental número 14, denominada Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen, por lo que no se encuentra fuera de centros de población y por ello este criterio no le es aplicable.   |
| CG-13                                      | 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.   | Los residuos pétreos y materia orgánica generados en el desmonte de la vegetación, serán dispuestos en áreas sin cobertura vegetal, en el vivero y para la nivelación del terreno.   |
|  | Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales,  | Se dará cumplimiento a esta disposición ya que no se incorporarán especies exóticas invasoras en las áreas   |

| Criterios Ecológicos de Aplicación General |   |   |
|--|---|---|
| Criterio                                   | Descripción del criterio  | Vinculación del proyecto  |
| CG-14                                      | 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 tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.   | verdes del Proyecto. Además de que se dará preferencia a la utilización de especies nativas.  |
| 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. | El Proyecto implementará las acciones aplicables de acuerdo con las obras y actividades que contempla, para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales contenidas en el SMGA del Proyecto, mismas que se encuentran alienadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, que incluye al Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, el cual establece medidas preventivas para proteger a los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento. Asimismo, el SMGA también incluye al Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental, que determina la periodicidad del monitoreo de la fauna. El SMGA de Ciudad Mayakoba, fue autorizado por la DGIRA en el marco del cumplimiento a la condicionante 1 y 2 del oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219, por lo que el Proyecto da cumplimiento a lo establecido en este criterio.   |
| 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 sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.  | <p>Se hace del conocimiento de la autoridad revisora que la Promovente durante el periodo de construcción de las obras correspondientes al Proyecto no tiene considerado un campamento donde puedan pernoctar los trabajadores de la obra, pero sí se tiene considerado que las actividades laborales de los empleados se realicen en condiciones propias para la vida humana, dando cabal cumplimiento a las normas que en materia de trabajo y previsión social sean aplicables. Asimismo, se establecerán comedores para los empleados.</p> <p>Las obras temporales tales como bodegas de almacenamiento, talleres, servicios sanitarios, patios de estacionamiento para vehículos del personal, vehículos pesados y de maquinaria pesada propia para la construcción se establecerán en áreas que posteriormente ocuparán las obras del Proyecto, garantizando la no afectación de áreas destinadas a la conservación de vegetación.</p> <p>Durante las etapas de preparación y construcción el Proyecto implementará las medidas contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos del SMGA del Proyecto, que se encuentran alienadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, mediante lo cual se asegurará del adecuado manejo de los mismos.</p> <p>La solicitante tiene considerado implementar las medidas establecidas en el Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales del SMGA del</p> |

| Criterios Ecológicos de Aplicación General |  |  |
|--|--|--|
| Criterio                                   | Descripción del criterio   | Vinculación del proyecto   |
|  |  | <p>Proyecto, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, de tal forma que se da cumplimiento a este criterio.</p> <p>En caso de que el Proyecto requiera la instalación de un campamento para trabajadores, éste cumplirá con los requisitos establecidos en este y los demás criterios relativos.</p>  |
| CG-17                                      | El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM015-SEMARNAP/SAGAR-1997.   | No se usará fuego en ninguna de las etapas que conforman el 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 WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.  | El predio localizado dentro del proyecto Ciudad Mayakoba en el cual se realizarán las obras que en conjunto forman el Proyecto, está identificado con el número 15 a, b y c, perteneciente a la Unidad de Gestión Ambiental número 14, denominada Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen. Aunado a lo anterior, el Proyecto se encuentra inserto en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, por lo que no se encuentran fuera de centros de población y por ello este criterio no le es aplicable.   |
| CG-19                                      | Para la apertura de caminos de acceso y vialidades 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.  | El Proyecto no incluye la apertura de caminos de acceso ni vialidades fuera de los centros de población por lo que este criterio no le es aplicable.   |
| CG-20                                      | El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.  | Se cumple con la distancia establecida en este criterio.   |
| 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 o 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. | <p>El Proyecto establecerá las medidas indicadas en el Programa Integral de Manejo de Residuos contenido en el SMGA del Proyecto, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, el cual incluye el manejo y disposición temporal adecuados de las sustancias potencialmente contaminantes para evitar que se derramen en el suelo o en cuerpos de agua.</p> <p>Durante las diversas etapas del Proyecto se prevé la generación de residuos peligrosos mismos que se identificarán de conformidad con su clasificación de corrosión, reactividad, explosión, toxico e inflamable (C.R.E.T.I.) teniendo de manera inmediata identificado usar: thiner, pinturas, esmalte, y estopas impregnadas con estas sustancias, así mismo se generarán residuos de aceite industrial utilizado en el área de mantenimiento de equipos menores. Para estos casos, los envases de los residuos peligrosos y los materiales impregnados por los mismos, serán plenamente identificados en cuanto su peligrosidad de conformidad con el C.R.E.T.I. y almacenados en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y en completo aislamiento del entorno.</p> <p>Para cumplir con este criterio, la Promovente estará apegada a lo señalado en los artículos 15, 16, 17, 71 y</p> |

| Criterios Ecológicos de Aplicación General |  |   |
|--|--|---|
| Criterio                                   | Descripción del criterio   | Vinculación del proyecto  |
|  |  | 82 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para realizar el almacén temporal de residuos peligrosos y de manera paralela se implementará el manejo de una bitácora que registre las entradas y salidas de los residuos peligrosos hasta obtener los certificados emitidos por empresa autorizada de la disposición final de dichos residuos. Estas actividades serán realizadas por un especialista en la materia con conocimiento en el manejo y control de este tipo de residuos.  |
| 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. | Este criterio no es aplicable a la Promovente, a razón de que el Proyecto no contempla la realización de algún tipo de obra o actividad cuyas características requieran el uso de explosivos.   |
| 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.  | <p>Como se ha manifestado en el Criterio General Número 21 referente al manejo de residuos peligrosos, para dar cumplimiento estricto al criterio que nos interesa, la promovente implementará un estricto control para el manejo de los residuos considerados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como su respectivo Reglamento, como peligrosos; además se contratará a una persona con amplio conocimiento en seguridad salud y protección ambiental y entre otras funciones se designará como la encargada para el control, manejo y disposición final de los residuos que se generen tal como como se ha demostrado en la vinculación legal insertada en el cuerpo del presente capítulo.</p> <p>El almacén temporal de los residuos sólidos y líquidos con características de peligrosidad según el análisis C.R.E.T.I. se ubicará en donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones de fugas, incendios, explosiones e inundaciones y contará con paredes y techo de materiales no inflamables, con ventilación, muros de contención, fosas de retención, canaletas o trincheras para contener lixiviados, sistemas de extinción y señalización suficiente, así como con material e infraestructura de recuperación de combustible y de sustancias para el caso de derrames.</p> <p>Asimismo, como parte del equipo necesario para la implementación del Proyecto se contará con barreras, toallas o esponjas oleofílicas. En el caso de derrames de residuos peligrosos en el suelo, se deberá contar con salchichas, colchonetas o polvos absorbentes y películas de liners para colocar residuos peligrosos. Las medidas de prevención, supervisión y mitigación se encuentran definidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos y serán supervisadas por el Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental dentro del marco del SMGA del Proyecto, mismo que se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, dando cumplimiento al presente criterio.</p> |

| Criterios Ecológicos de Aplicación General |   |   |
|--|---|---|
| Criterio                                   | Descripción del criterio  | Vinculación del proyecto  |
| CG-24                                      | <p>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 ecosistema costero del Municipio Solidaridad 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>El Proyecto pretende desarrollarse dentro del área del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, que se encuentra en la zona continental de acuerdo con lo definido en este criterio ya que se localiza al poniente de la Carretera Federal 307. No obstante, vale la pena señalar que, tal y como se expone en la vinculación realizada para el Artículo 3, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el proyecto Ciudad Mayakoba, incluyendo la porción donde se ubica el Proyecto, fue evaluada y autorizada en materia de impacto ambiental como un ecosistema costero debido a su SAR. En dicha autorización se indicó que todos los proyectos que fueran a ser desarrollados bajo la esfera de tal autorización, debían ser sujetos a evaluación de impacto ambiental ante la misma emisora</p>   |
| CG-25                                      | <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.</p> <p>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.</p> <p>Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima 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.</p> | <p>El Proyecto se ajusta a la superficie de aprovechamiento establecida por el PPDU-J.</p> <p>Como parte de las superficies de aprovechamiento del Proyecto, no se contabiliza y/o suma los senderos, brechas o andadores a las áreas naturales del lote donde se realizarán las obras de equipamiento.</p> <p>El proyecto autorizado Ciudad Mayakoba determinó la zonificación de cada uno de sus componentes con base en los resultados de los estudios ambientales realizados con ocasión de la planificación del proyecto, así como de la caracterización de la vegetación.</p> <p>El Proyecto no cuenta con áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio, por lo que estas no pueden ser consideradas para el desplante de las obras que se proyectan.</p> <p>El Proyecto no cuenta con áreas afectadas, por lo que esto no aplica al Proyecto. La Promovente en la ejecución del Proyecto tiene contemplado ocupar para su aprovechamiento las superficies máximas permitidas para su desmonte.</p> |



| Criterios Ecológicos de Aplicación General |   |   |
|--|---|---|
| Criterio                                   | Descripción del criterio  | Vinculación del proyecto  |
|  | 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.  |   |
| CG-26                                      | 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 arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.             | Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente. Asimismo, no se han detectado vestigios arqueológicos al interior del Proyecto, sin embargo, si durante el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto se llegase a descubrir algún vestigio arqueológico, se dará aviso inmediato al INAH para dar cumplimiento a lo establecido en este criterio. |
| CG-27                                      | 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.  | El desarrollo del Proyecto no es de interés público, a pesar de aportar diversos beneficios a la comunidad a la que pertenece. Debido a lo anterior, no será necesaria la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y demás autoridades previa autorización en materia de impacto ambiental.   |
| CG-28                                      | Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes 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.   | No aplica este criterio, no se realizará ningún tipo de aprovechamiento de especies de flora o fauna silvestre.   |
| CG-29                                      | 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. | Un estudio pertinente será realizado en los sitios donde serán edificadas las estructuras de las obras previstas en el Proyecto.  |
| CG-30                                      | 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.  | La Promovente, aun cuando no tiene contemplado establecer campamento para los trabajadores, para dar cumplimiento a este criterio llevará a cabo la implementación de las medidas establecidas en el Programa de Difusión Ambiental del SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, el cual a través del Subprograma de Educación y Capacitación Ambiental transmitirá al personal de obra la información necesaria para proteger a la flora y la fauna de la región.   |
| CG-31                                      | En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.   | Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones  |

| Criterios Ecológicos de Aplicación General |  |   |
|--|--|---|
| Criterio                                   | Descripción del criterio   | Vinculación del proyecto  |
|  |  | establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente.   |
| CG-32                                      | En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.   | Este criterio no aplica. Ya que en el Proyecto no se registra comunidad de manglar y tampoco colinda con este tipo de vegetación.   |
| CG-33                                      | 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.  | Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente.  |
| CG-34                                      | Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.   | La Promovente no tiene contemplado disponer en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas de las aguas residuales generadas durante cualquier etapa de desarrollo del Proyecto. Las aguas residuales generadas durante la etapa de operación serán canalizadas a la red general de la Comisión del Agua Potable y Alcantarillado. Las aguas residuales generadas durante la etapa de construcción serán dispuestas por medio de empresa autorizadas para dar el servicio.   |
| CG-35                                      | 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. | El Proyecto implementará todas las acciones aplicables para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos dentro del SMGA del Proyecto, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, el cual fue aprobado por la DGIRA en el marco del cumplimiento a la condicionante 1 y 2 del oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219. Dicho programa de manejo se apega a lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, por lo que se le da cumplimiento a este criterio. |
| CG-36                                      | 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.       | El Proyecto pertenece a la Unidad de Gestión Ambiental número 14, denominada Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen, por lo que no se encuentra fuera de centros urbanos y por ello este criterio no le es aplicable.   |

**Tabla 3. 22. Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de aplicación para las áreas urbanas del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.**

| Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas |  |   |
|--|--|---|
| Criterio   | Descripción del criterio   | Vinculación del proyecto  |
| CU-01  | 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 | La Promovente sabe de los alcances del presente criterio, por lo que en todo momento se apegará a la legislación ambiental vigente para dar cumplimiento. |

| Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas |  |  |
|--|--|--|
| Criterio   | Descripción del criterio   | Vinculación del proyecto   |
|  | 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.  |  |
| CU-02  | 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.  | Previo a las actividades de desmonte y despalme se llevará a cabo el rescate de flora, las técnicas y especificaciones se establecen en la propuesta de Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación conforme que atenderá a las acciones definidas en el Capítulo 7 de este DTU-BR. |
| CU-03  | 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.  | Previo a las actividades de desmonte y despalme se llevará a cabo el rescate de fauna, las técnicas y especificaciones se establecen en la propuesta de Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna que atenderá a las acciones definidas en el Capítulo 7 de este DTU-BR.        |
| CU-04  | 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. | La Promovente dará cabal cumplimiento a este criterio.   |
| CU-05  | Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.  | El desarrollo de las obras del Proyecto se apega a la zonificación establecida en los instrumentos de ordenamiento urbano aplicables, por lo que se da cumplimiento a este criterio.   |
| CU-06  | 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.  | La Promovente dará cabal cumplimiento a este criterio.   |

| Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas |  |  |
|--|--|--|
| Criterio   | Descripción del criterio   | Vinculación del proyecto   |
| CU-07  | En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.   | El Proyecto contempla para su desarrollo la instalación de drenaje sanitario independiente del sistema de drenaje pluvial, entendiéndose que las aguas residuales generadas por el Proyecto serán dirigidas a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador CAPA, y de ahí, bajo la responsabilidad de dicho operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.   |
| CU-08  | 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 o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable. | Tal y como se describe en el Capítulo 2 de este DTU-BR, el proyecto contará con un sistema de drenaje pluvial para la filtración del agua de lluvia. Se realizará la perforación de los pozos de absorción por medios mecánicos y se construirá un registro de captación a base de muros de block, piso de grava y rejilla metálica tipo Irving. Su estructura evitará el arrastre de residuos y lixiviados al subsuelo.   |
| CU-09  | 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.   | El material o los materiales que serán utilizados para la construcción de las diferentes obras que forman parte del Proyecto, así como de todos aquellos materiales que se requieran para el buen funcionamiento del Proyecto serán adquiridos a proveedores de materiales que estén autorizados para realizar sus actividades comerciales de manera formal.   |
| CU-10  | En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo 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).  | El Proyecto se compromete el uso preferente de especies vegetales nativas y propias de la región en las áreas verdes y jardines, lo que disminuirá la necesidad del uso de agroquímicos; sin embargo, en caso de que se requieran solo se utilizarán productos autorizados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).  |
| CU-11  | 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>El Proyecto se apegará a las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos del SMGA descrito en el Capítulo 7, entre las cuales se encuentran las siguientes:</p> <p>Como resultado de las actividades de despalme y limpieza del área a trabajar se prevé la generación de residuos orgánicos los cuales serán triturados y trasladados a áreas de acopio designadas, de tal modo que puedan ser reintegradas a las áreas verdes del mismo abono, con lo cual se acredita el buen manejo de estos residuos.</p> <p>Durante la etapa de construcción se tiene considerado que los residuos sólidos serán colocados de manera separada en botes rotulados especialmente destinados para almacenarlos de manera temporal. Los residuos sólidos reciclables serán canalizados a empresas adecuadas para ello, mientras que los no reciclables serán llevados al relleno sanitario o donde la autoridad ambiental indique, por medio de empresas debidamente autorizadas para su transporte y disposición final.</p> |

| Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas |   |  |
|--|---|--|
| Criterio   | Descripción del criterio  | Vinculación del proyecto   |
|  |   | <p>En relación a los residuos líquidos durante la etapa de construcción estos serán generados por la instalación de los servicios sanitarios para los trabajadores de la obra en términos del criterio urbano número doce. No se omite manifestar a la autoridad revisora que se realizará un control especial mediante bitácora para la disposición final de los residuos generados por los sanitarios y que dichos servicios serán contratados con empresa con autorizaciones necesarias vigentes, para que pueda otorgar los certificados de disposición final correspondiente.</p> <p>En ninguna etapa de la ejecución del Proyecto se dispondrá de los residuos derivados de las obras sobre la vegetación remanente del predio, ni sobre la vegetación circundante.</p>  |
| CU-12  | <p>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 sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.</p> | <p>Se hace del conocimiento de la autoridad revisora que la Promovente durante el periodo de construcción de las obras correspondientes al Proyecto no tiene considerado un campamento donde puedan pernoctar los trabajadores de la obra, pero sí se tiene considerado que las actividades laborales de los empleados se realicen en condiciones propias para la vida humana, dando cabal cumplimiento a las normas que en materia de trabajo y previsión social sean aplicables. Asimismo, se establecerán comedores para los empleados.</p> <p>Las obras temporales tales como bodegas de almacenamiento, talleres, servicios sanitarios, patios de estacionamiento para vehículos del personal, vehículos pesados y de maquinaria pesada propia para la construcción se establecerán en áreas que posteriormente ocuparán las obras del Proyecto, garantizando la no afectación de áreas destinadas a la conservación de vegetación.</p> <p>Durante las etapas de preparación y construcción el Proyecto implementará las medidas contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos del SMGA del Proyecto, las que se encuentran alienadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, mediante lo cual se asegurará del adecuado manejo de los mismos.</p> <p>La solicitante tiene considerado implementar las medidas establecidas en el Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales del SMGA del Proyecto, que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, de tal forma que se da cumplimiento a este criterio.</p> <p>En caso de que el Proyecto requiera la instalación de un campamento para trabajadores, éste cumplirá con los requisitos establecidos en este y los demás criterios relativos.</p> |

| Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas |   |  |
|--|---|--|
| Criterio   | Descripción del criterio  | Vinculación del proyecto   |
| CU-13  | En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.  | No se prevé el uso de fuego en las actividades durante el desarrollo del proyecto  |
| CU-14  | 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.       | <p>Como se ha manifestado en el Criterio General Número 21 referente al manejo de residuos peligrosos, para dar cumplimiento estricto al criterio que nos interesa, la promovente implementará un estricto control para el manejo de los residuos considerados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como su respectivo Reglamento, como peligrosos; además se contratará a una persona con amplio conocimiento en seguridad salud y protección ambiental y entre otras funciones se designará como la encargada para el control, manejo y disposición final de los residuos que se generen tal como como se ha demostrado en la vinculación legal insertada en el cuerpo del presente capítulo.</p> <p>El almacén temporal de los residuos sólidos y líquidos con características de peligrosidad según el análisis C.R.E.T.I. se ubicará en donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones de fugas, incendios, explosiones e inundaciones y contará con paredes y techo de materiales no inflamables, con ventilación, muros de contención, fosas de retención, canaletas o trincheras para contener lixiviados, sistemas de extinción y señalización suficiente, así como con material e infraestructura de recuperación de combustible y de sustancias para el caso de derrames.</p> <p>Asimismo, como parte del equipo necesario para la implementación del Proyecto se contará con barreras, toallas o esponjas oleofílicas. En el caso de derrames de residuos peligrosos en el suelo, se deberá contar con salchichas, colchonetas o polvos absorbentes y películas de liners para colocar residuos peligrosos. Las medidas de prevención, supervisión y mitigación se encuentran definidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos y serán supervisadas por el Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental dentro del marco del SMGA del Proyecto, el que se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, dando cumplimiento al presente criterio.</p> |
| CU-15  | 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.                        | En cumplimiento a este requerimiento, se indica que el Proyecto considera la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos cuyas acciones se definen en el Capítulo 7 de este DTU-BR. Este programa dará estricto cumplimiento a lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.  |
| CU-16  | 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 ecosistema costero del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye | No obstante, vale la pena señalar que, tal y como se expone en la vinculación realizada para el Artículo 3, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el proyecto Ciudad Mayakoba, incluyendo la porción donde se ubica el Proyecto, fue evaluada y autorizada en materia de   |

| Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas |   |  |
|--|---|--|
| Criterio   | Descripción del criterio  | Vinculación del proyecto   |
|  | únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.  | impacto ambiental como un ecosistema costero debido a su SAR. En dicha autorización se indicó que todos los proyectos que fueran a ser desarrollados bajo la esfera de tal autorización, debían ser sujetos a evaluación de impacto ambiental ante la misma emisora  |
| CU-17  | 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 arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.   | Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente. Asimismo, no se han detectado vestigios arqueológicos al interior del predio del Proyecto, sin embargo, si durante el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto se llegase a descubrir algún vestigio arqueológico, se dará aviso inmediato al INAH para dar cumplimiento a lo establecido en este criterio. |
| CU-18  | Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.  | El Proyecto se encuentra dentro un centro de población, inmerso dentro de diversos instrumentos de planeación y desarrollo urbano, por lo que se pretende incorporar al desarrollo de la zona. Sin embargo, mientras el Proyecto no sea autorizado, el predio seguirá conservando su cobertura vegetal natural.  |
| CU-19  | El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.  | El Proyecto cumple con este criterio al apearse fielmente a lo establecido en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano aplicable, en este caso, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.   |
| CU-20  | 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 Proyecto, no existen cenotes ni cuevas. Por lo que este criterio no aplica.  |
| CU-21  | 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.   | El Proyecto no pretende el aprovechamiento de cuerpos de aguas continentales, ni ninguna otra formación cárstica, por lo que este criterio no le es aplicable.   |
| CU-22  | Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas. | El Proyecto se conectará a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador CAPA, y de ahí, bajo la responsabilidad de dicho operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.  |
|  | El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas  | El Proyecto se conectará a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga   |

| Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas |   |  |
|--|---|--|
| Criterio   | Descripción del criterio  | Vinculación del proyecto   |
| CU-23  | 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.   | de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador CAPA, y de ahí, bajo la responsabilidad de dicho operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.   |
| CU-24  | 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, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.  | La Promovente contempla la conservación de la vegetación arbórea, incluyendo palmas, en las áreas de aprovechamiento que coincidan con camellones o jardinerías para dar cumplimiento a este criterio.   |
| CU-25  | La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique. Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación. | Como se ha mencionada anteriormente, debido a que el Proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, apegándose a los parámetros autorizados en materia de impacto ambiental mediante los oficios resolutivos SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016, SGPA/DGIRA/DG/09500 de fecha 07 de diciembre de 2018 y SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020 del proyecto Ciudad Mayakoba. De esta forma, el presente Proyecto cumple con lo establecido en este criterio ya que no rebasa las superficies de aprovechamiento asignadas en el ordenamiento específico aplicable y da cumplimiento a los coeficientes de uso (CUS) y de ocupación del suelo (COS). |
| CU-26  | Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes 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.   | No se hará ningún aprovechamiento o uso de especies ni partes de individuos de flora ni fauna silvestre nativas. De igual manera no se contempla la compra de especies vegetales para la reforestación de las áreas, pero en caso de requerirse se verificará que estos provengan de lugares autorizados   |
| CU-27  | 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.   | La Promovente dará cabal cumplimiento a este criterio.   |
| CU-28  | 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.  | La autoridad revisora debe de tener en consideración que la realización del Proyecto no tiene planeado dentro del predio realizar instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares.   |
| CU-29  | Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este  | La Promovente manifiesta en términos similares a los señalados en el criterio inmediato anterior que el Proyecto no tiene contemplado instalar dentro del predio donde se realizará el Proyecto plantas de premezclado, dosificadoras o similares. Motivos por   |



| Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas |   |  |
|--|---|--|
| Criterio   | Descripción del criterio  | Vinculación del proyecto   |
|  | programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.  | los cuales el presente criterio no es aplicable a la Promovente.   |
| CU-30  | Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.  | La Promovente para estar en condiciones de dar cumplimiento al presente criterio, instalará una malla en el perímetro de las áreas de aprovechamiento que reducirá la emisión de polvos y partículas hacia el exterior de las áreas de trabajo, así como el impacto visual de las obras en construcción.   |
| CU-31  | Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.   | El Promovente señala que durante todas las etapas de construcción relacionadas con el Proyecto y para las cuales se requiera el transporte de materiales del sitio donde serán entregados hasta el predio donde serán descargados estos serán humedecidos y cubiertos con una lona lo suficientemente amplia para evitar que los materiales transportados sean dispersados durante el trayecto correspondiente. Las mismas medidas se aplicarán en los puntos de acopio de materiales pétreos dentro de las áreas de aprovechamiento del Proyecto.   |
| CU-32  | En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.   | Este criterio no aplica. En el Proyecto no se distribuye vegetación de tipo manglar.   |
| CU-33  | 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 se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias 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. | <p>La promovente manifiesta que durante el tiempo que duren las diversas etapas del Proyecto se prevé la generación de residuos peligrosos como thinner, pinturas, esmalte, y estopas impregnadas con estas sustancias, así mismo se generarán residuos de aceite industrial utilizado en el área de mantenimiento de equipo, diésel, gasolinas, estopas impregnadas con estos materiales peligrosos que serán almacenados en contenedores que se ubicaran en un almacén temporal de residuos peligroso que se encontrará aislado del entorno.</p> <p>Como parte del SMGA se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto, cuyas acciones se describen en el Capítulo 7 de este DTU-BP.</p> |

**Tabla 3. 23. Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de carácter específico del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.**

| Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Específico |   |  |
|--|---|--|
| Criterio   | Descripción del criterio  | Vinculación del proyecto   |
| CE-23  | Se permite el uso urbano con una densidad bruta de hasta 40 viviendas por hectárea, de conformidad con la normatividad aplicable en la materia.   | Como se establece en el Artículo 20 BIS 4 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los programas de ordenamiento local regulan los usos de suelo fuera de los centros de población. Debido a que el Proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá los parámetros establecidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, apegándose a los parámetros autorizados en materia de impacto ambiental mediante los oficios resolutivos SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016, SGPA/DGIRA/DG/09500 de fecha 07 de diciembre de 2018 y SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020 del proyecto Ciudad Mayakoba. |
| CE-24  | La incorporación como nuevas áreas urbanas a los centros de población estará sujeta a la elaboración de los instrumentos de planeación urbana establecidos en la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo.   | Como se establece en el Artículo 20 BIS 4 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los programas de ordenamiento local regulan los usos de suelo fuera de los centros de población. Debido a que el Proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá los parámetros establecidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, apegándose a los parámetros autorizados en materia de impacto ambiental mediante los oficios resolutivos SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016, SGPA/DGIRA/DG/09500 de fecha 07 de diciembre de 2018 y SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020 del proyecto Ciudad Mayakoba. |
| CE-26  | La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 40 % 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. | Como se establece en el Artículo 20 BIS 4 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los programas de ordenamiento local regulan los usos de suelo fuera de los centros de población. Debido a que el Proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá los parámetros establecidos en los instrumentos de desarrollo urbano aplicables, respetando los parámetros establecidos por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.  |
| CE-39  | Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento de cada porción será la que se establezca para cada uso y unidad. La superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre usos o unidades de gestión.  | No se unificarán superficies de aprovechamiento entre UGA, debido a que el Proyecto únicamente se ubica dentro de la UGA 14.   |

| Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Específico |   |   |
|--|---|---|
| Criterio   | Descripción del criterio  | Vinculación del proyecto  |
| CE-52  | Se deberán establecer letrinas secas composteras o fosas sépticas prefabricadas para la disposición y tratamiento primario y secundario de las aguas residuales. El efluente de la fosa séptica deberá cumplir lo establecido en la normatividad vigente, la disposición final del efluente se podrá realizar mediante humedales artificiales que sean impermeables y no permitan la infiltración al suelo y subsuelo.  | El Proyecto no contempla utilizar los elementos descritos en este criterio, por lo que este no aplica.  |
| 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.  | El Proyecto tiene previsto que la descarga de aguas residuales que será generada por las obras se realizará mediante la captación de las mismas llevándose por redes de tuberías que conducirá las aguas a la red general de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado a través de cárcamos o depósitos de bombeo; la red de drenaje será totalmente subterránea bajo los viales principales del desarrollo.   |
| 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.   | Dentro de los estudios al Proyecto no se identificaron cenotes o accesos a cuevas, sin embargo, previo a la etapa de construcción, se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, además de que se dará aviso a la autoridad pertinente.   |
| CE-86  | <p>Cuando en las áreas que se mantendrán con cubierta vegetal original dentro de los predios, existan áreas afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles o palmas por hectárea. Se deberá establecer un monitoreo permanente de las áreas reforestadas para valorar la eficiencia de las acciones emprendidas.</p> <p>La selección de las especies y el número de individuos por especie a reforestar se determinará con base en un programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto.</p> | La Promovente para dar cumplimiento al criterio que nos ocupa alega que en la ejecución del Proyecto solo se tiene contemplado ocupar para su aprovechamiento las superficies máximas permitidas. Sin embargo, ya que conservará en pie la vegetación natural en las áreas destinadas a jardineras y áreas verdes, en caso de que algunas de estas presenten vegetación escasa o secundaria, ésta será enriquecida con especies nativas de porte arbóreo. Las especies seleccionadas y su método de trasplante y cuidados estarán acorde a lo establecido en la propuesta de Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación, que forma parte del SMGA del Proyecto, mismo que se encuentra alineado con el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba (Capítulo 7). |
| CE-95  | En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.   | El Proyecto implementará todas las medidas aplicables establecidas en el Subprograma de Conservación de Hábitats que forma parte del Programa de Manejo Integral de la Vegetación, dentro del SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, el cual incluye la erradicación de especies nocivas y/o exóticas en caso de que fueran detectadas dentro del predio del Proyecto.   |

| Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Específico |   |  |
|--|---|--|
| Criterio   | Descripción del criterio  | Vinculación 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. | Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar la franja perimetral descrita en este criterio con el fin cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente. |
| CE-116   | La superficie máxima de aprovechamiento para el uso urbano no podrá exceder de los límites establecidos en la ley de fraccionamientos del estado de Quintana Roo, en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido.<br><br>La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.   | Se respetarán las superficies máximas de aprovechamiento contemplando lo establecido en el artículo 23 de la Ley de Acciones Urbanísticas del Estado de Quintana Roo.  |

De la vinculación legal con el POEL-S que se presenta, se manifiesta que las actividades propuestas en el Proyecto son compatibles con la vocación del suelo que se les otorga en este instrumento, declaración que ha sido previamente confirmada mediante la autorización número No. SGPA/DGIRA/DG/04219 que realizó la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales a la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional del proyecto Ciudad Mayakoba, mismo que da origen al Proyecto que hoy nos ocupa, ya que las actividades a desarrollarse, y que aquí se acredita su viabilidad ambiental y jurídica, se encontraban planeadas en el proyecto original.

### 3.4.8. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO

Los planes y programas de desarrollo funcionan como herramientas de participación ciudadana, donde por disposición constitucional deben recopilarse a través de diferentes medios, las demandas y aspiraciones de los diversos sectores sociales y por otra parte también sirven como guía de mandato para los gobiernos del ámbito federal, estatal y local, toda vez que constituyen las directrices que encauzarán las acciones de los gobernantes durante su periodo de gobierno.

En relación a lo anterior, los planes y programas de planeación, si bien representan acciones de índole programática o planeación para la autoridad competente, es decir, para los gobiernos de los tres órdenes, conforme a lo establecido en las propias leyes de planeación; se puede afirmar que el Proyecto es congruente con los planes y programas de desarrollo que le aplican, tal y como se demuestra en este capítulo.

De conformidad con lo anterior, se presenta a continuación la vinculación del Proyecto con los planes y programas de desarrollo vigentes y en ejecución, de la nación, el estado de Quintana Roo y del municipio de Solidaridad, esto con el propósito de demostrar la compatibilidad de las obras y actividades que se proponen con estos instrumentos, y específicamente respecto a los temas relacionados con el medio ambiente, el desarrollo de la entidad y del turismo como actividad productiva.

#### 3.4.8.1. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 es el instrumento rector de la actividad de todas las dependencias y direcciones que conforman el H. Ayuntamiento de Solidaridad. Se construye con base en las necesidades ciudadanas e identifica diversos ejes de gobierno fundamentales que son: Solidaridad humano e incluyente, desarrollo económico ordenado y sostenible, bienestar con esperanza, gobierno seguro y combate a la corrupción,

Siendo el eje fundamental que justifica la viabilidad del Proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo el de “desarrollo económico ordenado y sostenible”, el cual gira alrededor de una propuesta de desarrollo integral de infraestructura que fortalezca la economía local, mediante la mejora de la imagen urbana, los servicios y la oferta turística. El eje se centra en la diversificación de la oferta turística, el fomento al trabajo decente e inclusivo y la producción sostenible, la capacidad de resiliencia y la armonía con el medio ambiente.

Uno de los objetivos estratégico para el programa sectorial “Solidaridad Resiliente”, que formar parte del eje “desarrollo económico ordenado y sostenible”, se centra en proteger y promover el uso sostenible de los recursos naturales adoptando medidas para el combate al cambio climático y la resiliencia, en armonía con el medio ambiente. Para lograr este objetivo se establecen líneas de acción de las cuales se han identificado que son viables al Proyecto las siguiente:

- Fomentar y fortalecer la implementación de programas y acciones que promuevan la separación y manejo de residuos sólidos, así como su reutilización y reciclaje.
- Reforestar diversos puntos del municipio de Solidaridad.
- Promover la educación ambiental no formal para la sostenibilidad.
- Implementar acciones en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

El Proyecto es compatible y coherente con el objetivo estratégico propuesto por el instrumento analizado ya que contribuye a los planteamientos de la planeación municipal 2018-2021 en materia ambiental, así como al fortalecimiento del desarrollo económico ordenado y sostenible mediante la atracción de la inversión al municipio, por el desarrollo del Proyecto en comento, sin ocasionar impactos ambientales significativos.

#### 3.4.8.2. Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito

Los planes y programas de desarrollo funcionan como herramientas de participación ciudadana, donde por disposición constitucional deben recopilarse a través de diferentes medios las demandas y aspiraciones de los diversos sectores sociales y por otra parte también sirven como guía de mandato para los gobiernos del ámbito federal, estatal y local, toda vez que constituyen las directrices que encauzarán las acciones de los gobernantes durante su periodo de gobierno.

En relación con lo anterior, los planes y programas de planeación, si bien representan acciones de índole programática o planeación para la autoridad competente, es decir, para los gobiernos de los tres órdenes, conforme a lo establecido en las propias Leyes de Planeación, se puede afirmar que el Proyecto es congruente con los planes y programas de desarrollo que le aplican, tal y como se demuestra a continuación.

Al respecto, por la ubicación del proyecto “Ciudad Mayakoba” (antes denominado como “El Ximbal”), el instrumento urbano que regula los usos de suelo e intensidades de uso, así como las densidades es el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J), el cual se realizó en congruencia con lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, así como con los instrumentos de planeación urbana del Municipio publicados en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de diciembre de 2010, los cuales son el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad del Estado de Quintana Roo y el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen.

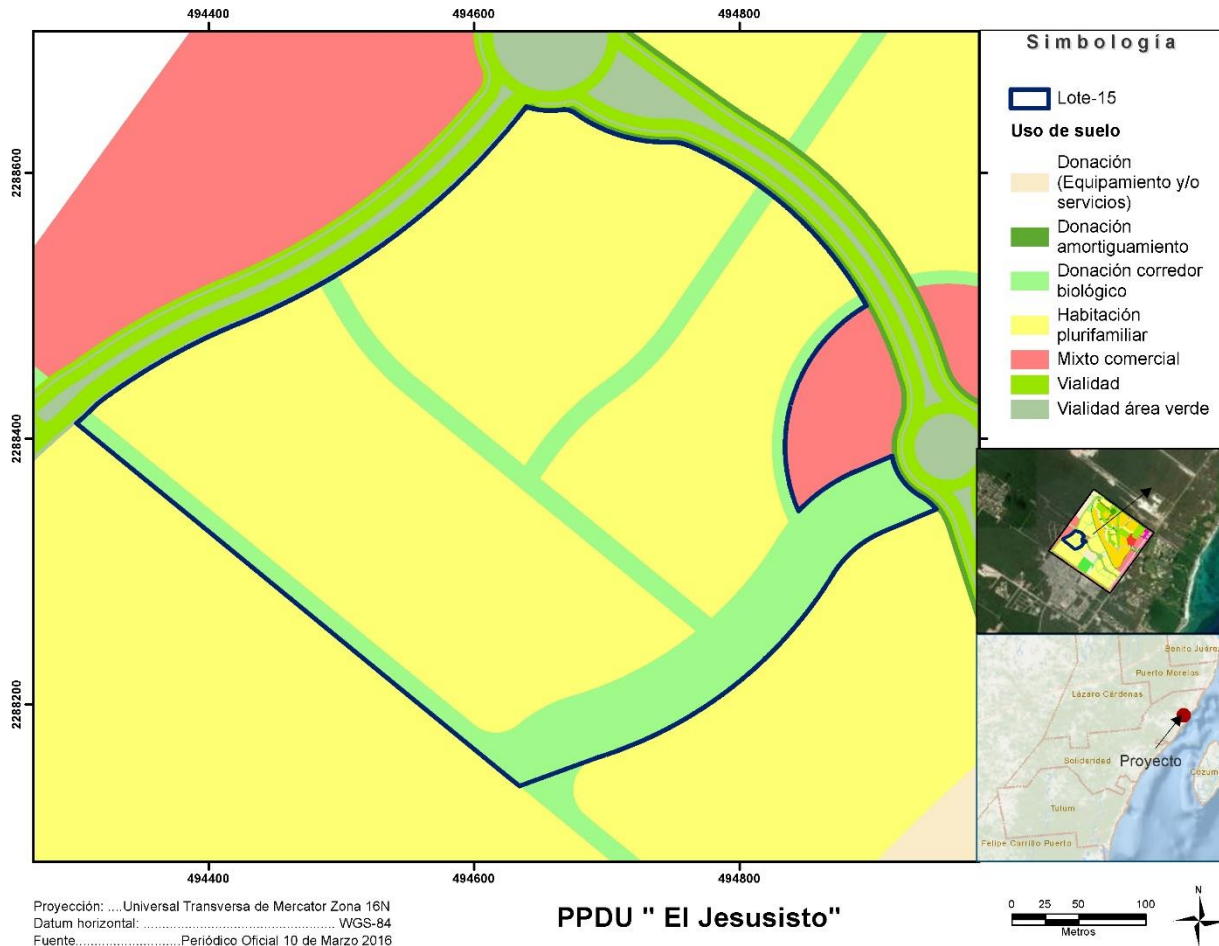
El Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito fue publicado en el Periódico Oficial (PO) del estado de Quintana Roo el 29 de marzo del 2013, posteriormente fue modificado respetando los parámetros urbanos y densidad de los lotes que fueron previamente establecidos, esta modificación fue publicada en el PO del estado de Quintana Roo el 10 de marzo de 2016.

En sus considerandos hace referencia a que el área de aplicación abarca una superficie de 409.25 ha. Dentro de esta superficie, se distribuyen 6 lotes para donación al municipio, 5 lotes para servicios, 41 macrolotes de usos diversos (habitacional plurifamiliar, habitacional unifamiliar, mixto y comercial), un campo de golf de 18 hoyos con dos lotes, uno para la casa club y otro para las instalaciones de mantenimiento del mismo campo, así como vialidades y áreas verdes.

El porcentaje total de aprovechamiento establecido para el proyecto de Ciudad Mayakoba en este PPDU-J fue del 68.17%, por lo que el 31.83% de la superficie del predio se destinó a su conservación. En tanto que la densidad máxima establecida fue de 17,329 viviendas totales.

Una vez expuesto lo anterior, se hace del conocimiento de la H. Autoridad que el proyecto “Senderos Poniente” que se somete a evaluación de impacto ambiental mediante el presente DTU-BR se pretende desarrollar en el denominado “**Lote 15**” ubicado al interior del proyecto Ciudad Mayakoba el cual le establece un uso de suelo Habitacional Plurifamiliar (HP-3), determinado para el desarrollo de viviendas plurifamiliares (Figura 3. 7).

Figura 3. 7. Ubicación del Proyecto dentro del Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.



Los parámetros urbanísticos aplicables al proyecto “Senderos Poniente” con uso de suelo Habitacional Plurifamiliar son:

#### Lote 15

- Densidad total de **1,344 viviendas totales**.
- **Coefficiente de ocupación del suelo (COS) no mayor a 50%** para la edificación de vivienda.
- **Coefficiente de utilización del suelo (CUS) no superior al 2.0**.
- **Coefficiente de modificación del suelo (CMS) no mayor al 75%** del terreno.
- **Altura máxima** de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo, no debiendo exceder de **seis niveles o 24 metros**. Para determinar la altura, esta se considera a partir del nivel establecido de la vía pública referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de la cumbrera de techos inclinados o del pretil de azotea en techos planos.
- Número mínimo de **cajones de estacionamiento por vivienda** igual a **0.75 cajón**.
- Las **restricciones** de este lote son: **Frontal 6.00 m, lateral 1.50 m de ambos lados y posterior 2.00 m**.

El Proyecto a desarrollarse en el Lote 15 pretende la construcción de hasta 541 viviendas. Al respecto, las obras que pretenden realizarse en el lote previamente mencionado se distribuyen como se muestra en la Figura 3. 8 y cumplen con los usos permitidos. Las restricciones aplicables al lote, serán respetadas cabalmente.

Figura 3. 8. Obras propuestas para el Proyecto.



Con respecto a la superficie aprovechable para el Lote 15, el PPDU-J la establece en 14.29 ha. Cabe señalar que la superficie de 3.63 ha correspondiente al Corredor Biológico, que forma parte del Lote 15, no se considera aprovechable. De acuerdo a lo anterior, los parámetros urbanos aplicables al Proyecto de acuerdo al PPDU-J y los parámetros del Proyecto propuesto se presentan en la Tabla 3. 24



Tabla 3. 24. Parámetros urbanos aplicables al Proyecto.

| Parámetros urbanos aplicables al Lote 15 de acuerdo al Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito |      |                                    |                    |                                    |       |       |      |        |       |                         |
|--|------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|-------|-------|------|--------|-------|-------------------------|
| Clave  | Lote | Superficie total aprovechable (ha) | Total de viviendas | Superficie de aprovechamiento: CMS |       | COS   |      | CUS    |       | Altura máxima (niveles) |
|  |      |                                    |                    | %                                  | ha    | %     | ha   | Factor | ha    |                         |
| HP-3   | 15   | 14.29                              | 1,344              | 75                                 | 10.71 | 50    | 7.14 | 2.0    | 28.58 | 6                       |
| Parámetros del Proyecto propuesto  |      |                                    |                    |                                    |       |       |      |        |       |                         |
| Clave  | Lote | Superficie total aprovechable (ha) | Total de viviendas | CMS                                |       | COS   |      | CUS    |       | Altura máxima (m)       |
|  |      |                                    |                    | %                                  | ha    | %     | ha   | Factor | ha    |                         |
| HP-3   | 15   | 14.29                              | 541                | 74.59                              | 10.66 | 32.75 | 4.68 | 1.30   | 18.69 | 24                      |

\* Cabe la posibilidad de que las sumatorias finales presenten diferencias en decimales, lo anterior debido al uso de programas computacionales para el redondeo de metros cuadrados a hectáreas. Las superficies exactas se pueden corroborar en el Capítulo 2 del presente DTU--BR.

Es importante mencionar que, debido a que uno de los objetivos y conceptos del presente DTU-BR es la lotificación del predio para su posterior venta, cada uno de estos lotes cumplirá con las restricciones establecidas en el instrumento en comento, tal y como se puede observar en el Capítulo 2 del presente documento. Asimismo, se instaurará un **REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**, en el cual se establecen las restricciones que los compradores de los lotes deberán respetar. Este Reglamento se encuentra como **ANEXO 2.2** del presente DTU-BR.

De acuerdo con lo anterior, se resalta que, el COS para cada uno de los lotes no será superior de 0.50, es decir, del 50% del área de cada lote; en tanto que, el CUS no excederá el 200% de la superficie de cada lote (factor 2.0). En este sentido, para la estimación de los Parámetros de COS y CUS que se muestran en la

Tabla 3. 24 se consideró el escenario máximo potencial en el cual al interior de los lotes se ejecute la totalidad del potencial de superficie de ocupación y utilización.

Asimismo, con base en la tabla de compatibilidad de usos del PPDU-J, se establece que el uso de suelo del Proyecto (HP-3) tiene como uso predominante el plurifamiliar, así como que es compatible con los usos turístico hotelero densidad baja, turístico hotelero densidad media, educación, cultura, salud, recreación, deporte y espacios verdes y abiertos. Cabe aclarar que el uso restringido se considera como no permitido.

Por otra parte, el Programa Parcial en comento señala en su Tabla 78, la clasificación de usos y destinos (Tabla 3. 25).

**Tabla 3. 25. Clasificación de usos y destinos conforme al Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.**

| Clasificación de usos y destinos |  |                                   |
|----------------------------------|--|-----------------------------------|
| Géneros                          | Usos                                   | Actividades o giros               |
| ALOJAMIENTO                      | Turístico hotelero densidad baja       | Albergues o posadas.              |
|                                  |  | Cabañas                           |
|                                  |  | Campamentos                       |
|                                  |  | Condominios hoteleros             |
|                                  |  | Hoteles                           |
|                                  |  | Hoteles Boutique                  |
|                                  |  | Hoteles Clínica de rehabilitación |
|                                  |  | Hoteles Deportivos                |
|                                  |  | Hoteles Galería                   |
|                                  |  | Hoteles Museo                     |
|                                  |  | Hoteles SPA                       |
|                                  |  | Mesones                           |
|                                  |  | Moteles                           |
|                                  |  | Mutualidades y fraternidades      |
|                                  | Tráiler park                           |                                   |
|                                  | Villas hoteleras                       |                                   |
|                                  | Turístico hotelero densidad media      | Albergues o posadas.              |
|                                  |  | Condominios hoteleros             |
|                                  |  | Hoteles                           |
|                                  |  | Hoteles Boutique                  |
|                                  |  | Hoteles Deportivos                |
|                                  |  | Hoteles Galería                   |
|                                  |  | Hoteles Museo                     |
|                                  |  | Hoteles SPA                       |
| Mesones                          |  |                                   |
| Moteles                          |  |                                   |
| Villas hoteleras                 |  |                                   |
| HABITACIONAL                     | Unifamiliar densidad baja              | Casa habitación                   |
|                                  |  | Casa estudio                      |
|                                  |  | Villa                             |
|                                  | Plurifamiliar horizontal densidad baja | Condominio habitacional           |
|                                  |  | Condominio habitacional           |
|                                  | Plurifamiliar vertical densidad baja   | Departamentos                     |
|                                  |  | Casa habitación                   |
|                                  | Unifamiliar densidad media             | Casa estudio                      |
|                                  |  | Villa                             |
|                                  |  | Condominio habitacional           |
| Plurifamiliar horizontal         | Condominio habitacional                |                                   |

| Clasificación de usos y destinos                         |   |   |  |
|--|---|---|--|
| Géneros  | Usos                                    | Actividades o giros                       |  |
|  | densidad media                          |   |  |
|  | Plurifamiliar vertical densidad media   | Condominio habitacional<br>Departamentos  |  |
|  | Unifamiliar densidad alta               | Casa habitación<br>Casa estudio           |  |
|  | Plurifamiliar horizontal densidad alta  | Condominio habitacional                   |  |
|  | Plurifamiliar vertical densidad alta    | Condominio habitacional<br>Departamentos  |  |
| COMERCIAL  | Vecinal intensidad                      | Abarrotos y misceláneas.                  |  |
|  |   | Aguas frescas, jugos, licuados y paletas. |  |
|  |   | Artesanías.                               |  |
|  |   | Bazares y antigüedades.                   |  |
|  |   | Boutiques.                                |  |
|  |   | Cafeterías.                               |  |
|  |   | Cafés con lectura e Internet.             |  |
|  |   | Cenadurías.                               |  |
|  |   | Cocina económica.                         |  |
|  |   | Expendios de legumbres.                   |  |
|  |   | Expendios de libros y revistas.           |  |
|  |   | Expendios de pan.                         |  |
|  |   | Expendios de tortillas.                   |  |
|  |   | Farmacias.                                |  |
|  | Galerías de arte.                       |   |  |
|  | Legumbres.                              |   |  |
|  | Restaurante o fonda sin venta de licor. |   |  |
|  | Taquería                                |   |  |
|  | COMERCIAL                               | Barrial intensidad                        | Se incluyen los giros del comercio vecinal, más los siguientes:<br>Venta de: |
|  |   |   | Artículos de limpieza.   |
|  |   |   | Artículos deportivos.  |
| Artículos domésticos de hojalata.                        |   |   |  |
| Artículos fotográficos.                                  |   |   |  |
| Autoservicio y/o tienda de conveniencia.                 |   |   |  |
| Bicicletas.  |   |   |  |
| Blancos.   |   |   |  |
| Bonetería.   |   |   |  |
| Botanas y frituras.                                      |   |   |  |
| Calzado.   |   |   |  |
| Carnicería.  |   |   |  |
| Centro de copiado.                                       |   |   |  |
| Cerámica   |   |   |  |
| Dulcería.  |   |   |  |
| Expendios de agua, billetes de lotería y sorteos varios. |   |   |  |
| Expendio de cerveza.                                     |   |   |  |
| Ferretería, tlapalería y material eléctrico.             |   |   |  |
| Florerías y artículos de jardinería.                     |   |   |  |
| Hielo.   |   |   |  |
| Juguetería.  |   |   |  |
| Lencería.  |   |   |  |
| Licorería (en botella cerrada).                          |   |   |  |
| Línea blanca y aparatos eléctricos.                      |   |   |  |
| Marcos.  |   |   |  |

| Clasificación de usos y destinos |                                   |   |  |
|----------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| Géneros                          | Usos                              | Actividades o giros                             |  |
|                                  |                                   | Mariscos.                                       |  |
|                                  |                                   | Mercería.                                       |  |
|                                  |                                   | Mueblerías.                                     |  |
|                                  |                                   | Neverías.                                       |  |
|                                  |                                   | Ópticas.  |  |
|                                  |                                   | Panadería.                                      |  |
|                                  |                                   | Papelería, librería y artículos escolares.      |  |
|                                  |                                   | Perfumería.                                     |  |
|                                  |                                   | Pescadería.                                     |  |
|                                  |                                   | Pinturas.                                       |  |
|                                  |                                   | Productos naturistas.                           |  |
|                                  |                                   | Productos cosméticos.                           |  |
|                                  |                                   | Refacciones y accesorios para autos.            |  |
|                                  |                                   | Regalos.  |  |
|                                  |                                   | Renta de video juegos y videos.                 |  |
|                                  |                                   | Renta de bicicletas.                            |  |
|                                  |                                   | Restaurantes y bares.                           |  |
|                                  |                                   | Ropa.   |  |
|                                  |                                   | Rosticería y pollerías.                         |  |
|                                  |                                   | Tabaquería.                                     |  |
|                                  |                                   | Semillas y cereales.                            |  |
|                                  |                                   | Vidrios y espejos.                              |  |
|                                  |                                   | Viveros.  |  |
|                                  |                                   | Video juegos.                                   |  |
|                                  |                                   | Subcentral intensidad                           | Se incluyen los giros del comercio vecinal y barrial más los siguientes: |
|                                  |                                   |   | Venta de:  |
|                                  |                                   | Accesorios de seguridad industrial y doméstica. |  |
|                                  | Accesorios, refacciones y equipos |   |  |
|                                  | Acuarios.                         |   |  |
|                                  | Agencia de autos.                 |   |  |

Con la Tabla 3. 25 en consideración, se puede apreciar que el Proyecto tiene como usos predominantes el uso habitacional. Como consecuencia de lo anterior, es factible aprovechar el predio del Proyecto para los siguientes usos y destinos:

- Casa habitación
- Casa estudio
- Villa
- Condominio habitacional
- Departamentos

Debido a la naturaleza del Proyecto, se manifiesta que es completamente congruente con los usos que se otorgan en el PPDU-J, siendo congruente con los parámetros urbanos referentes a COS, CUS, CMS, densidades y superficies de aprovechamiento y conservación, previendo utilizar el Lote 15 para 390 lotes particulares que serán puestos a la venta para la implementación de viviendas unifamiliares y plurifamiliar, junto con obras accesorias a estos conceptos, debidamente descrito en el Capítulo 2 del presente DTU-BR.

Aunado a lo anterior, el Proyecto tiene considerada la construcción de cajones de estacionamiento, en una proporción igual a 1 por vivienda, por lo tanto, el total de cajones será de 541.

De esta forma, se concluye que el Proyecto cumple con lo establecido en el PPDU-J vigente, en consideración de no rebasar las superficies de aprovechamiento establecidas pertenecientes al uso de suelo HP-3. Asimismo, obedece el uso de suelo asignado a este, siendo completamente congruente en este sentido.

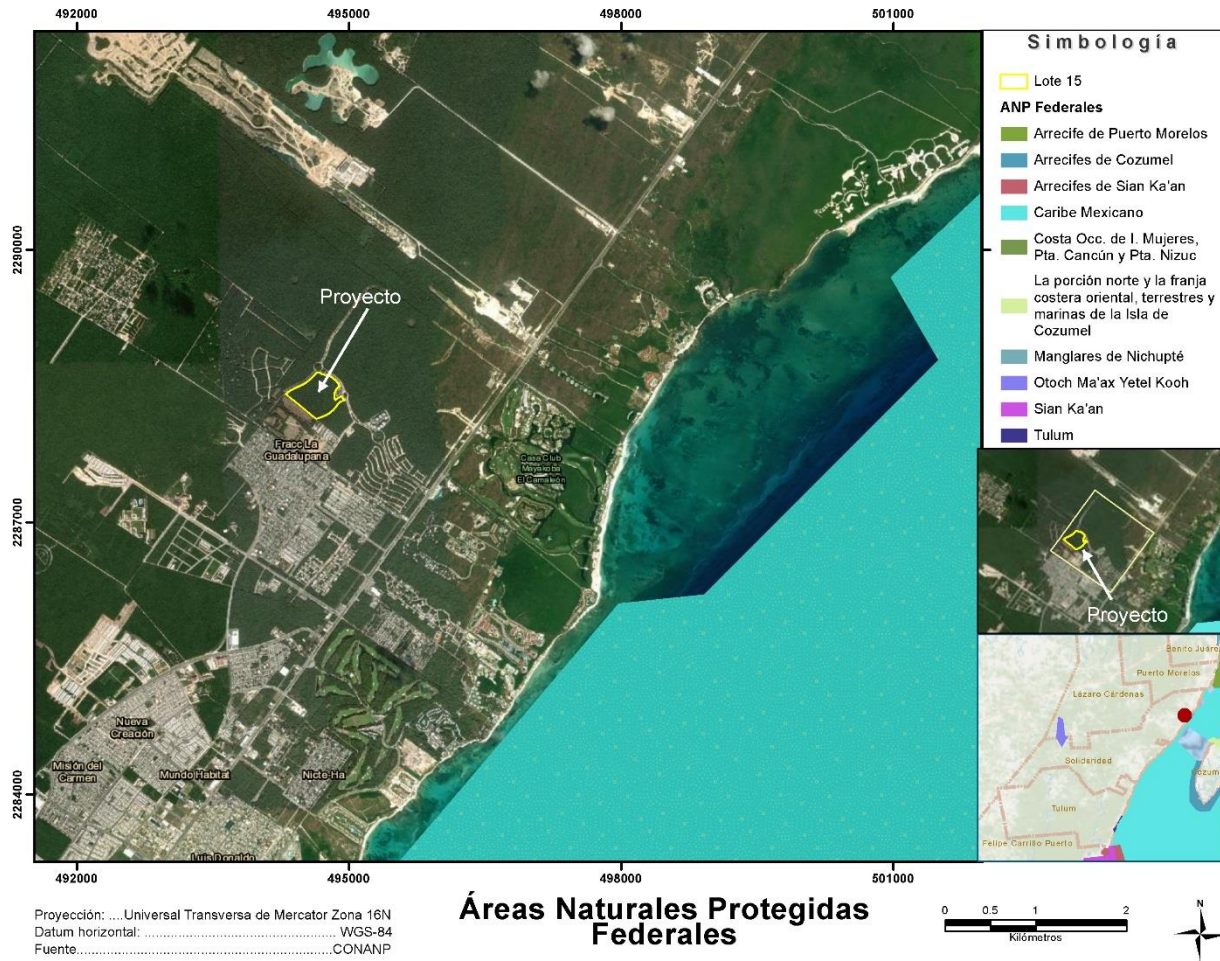
### **3.4.9. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

El Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente define a las áreas naturales protegidas (ANP) como zonas del territorio nacional y sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Asimismo, el artículo 44 de la misma Ley establece límites adicionales para aquellas personas que, siendo titulares de derechos de dominio o posesión sobre predios al interior de dichas áreas naturales, pretendan desarrollar obras o actividades. Estas restricciones implican para el desarrollador sujetarse a las normas y preceptos que establezcan los Decretos a través de los que se constituyen las ANP respectivas, así como a las disposiciones contenidas en los programas de manejo correspondientes.

Por su ubicación geográfica, el Proyecto no se localiza dentro del polígono de alguna ANP de carácter federal, estatal o municipal; tampoco es colindante con éstas, ni tiene contemplado realizar ningún tipo de obra o actividad dentro de alguna ANP cercana al predio, por lo que no se encuentra obligación legal alguna para cumplir las disposiciones relativas a sus decretos constitutivos y programas de manejo (Figura 3. 9 y Figura 3. 10).

Figura 3. 9. Ubicación geográfica de las áreas naturales protegidas federales cercanas al Proyecto.



Versio

Figura 3. 10. Ubicación geográfica de las áreas naturales protegidas estatales cercanas al Proyecto.



Con las figuras anteriores en consideración, es evidente que el Proyecto no afectará de ninguna manera las áreas naturales protegidas de la región, debido a que el predio del proyecto “**Senderos Poniente**” no se encuentra dentro de ninguna ANP federal, estatal o municipal. Por lo anterior y considerando la distancia que existe entre estas áreas y el Proyecto, se omite su vinculación.

### 3.4.10. REGIONES Y SITIOS PRIORITARIOS DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Con el objetivo de brindar herramientas sobre las prioridades de conservación de nuestro patrimonio natural que contribuyan con conocimiento para orientar y fortalecer la protección in situ y el manejo sustentable de los hábitats y especies más vulnerables de nuestro país, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha realizado varios análisis que han contado con una amplia participación de especialistas de diversas instituciones académicas y de investigación, organizaciones de la sociedad civil y dependencias gubernamentales de los tres niveles de gobierno. Estos análisis han evaluado los sistemas de áreas protegidas nacionales y regionales, sobre diversos aspectos como su representatividad y complementariedad, los patrones de distribución de la biota y la conectividad ecológica, entre otros, y son útiles en la planeación de estrategias de manejo y conservación y para brindar acceso a información sintetizada a los usuarios interesados.

Los primeros esfuerzos se iniciaron hace más de dos décadas al identificar las regiones prioritarias de México y las áreas de importancia para la conservación de las aves. Posteriormente, para dar cumplimiento al Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas de 2004 del Convenio sobre la Diversidad Biológica, la CONABIO en acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y con más de 260 colaboradores, coordinó los análisis de vacíos y omisiones en conservación del sistema de áreas protegidas con el enfoque de la planeación sistemática de la conservación. En conjunto, se incluyeron más de 3,500 coberturas de datos biológicos para determinar las prioridades con mayor detalle, además de incorporar los principales factores de presión y amenaza que comprometen la conservación de la diversidad biológica en el largo plazo.

Los sitios de atención prioritaria surgen como una propuesta de integración de los análisis de vacíos y omisiones de ambientes terrestres, acuáticos epicontinentales (“de agua dulce”) y costeros, para distinguir entre los espacios naturales que cuentan con la mayor diversidad biológica y en mejor estado de conservación de los que requieren de esfuerzos para su recuperación; estos sitios son complementarios (CONABIO, 2021, recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion>).

Por su ubicación, el Proyecto se encuentra aledaño o inmerso en algunas regiones y sitios prioritarios, tal y como se puede observar en las figuras que se insertan más adelante, por lo cual se presenta la vinculación del proyecto “**Senderos Poniente**” con los mismos, no obstante, es necesario indicar que el desarrollo del Proyecto no perjudicará las condiciones de estas zonas, además de que no existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en las diversas regiones prioritarias indicadas por la CONABIO, por lo que no existe impedimento legal para el desarrollo de proyectos. No obstante, la designación de un área como sitio o región prioritaria debe considerarse como un compromiso intrínseco de conservación, de tal forma que cualquier desarrollo en éstas deberá contemplar medidas adicionales que reduzcan el impacto directo o indirecto a la biodiversidad.

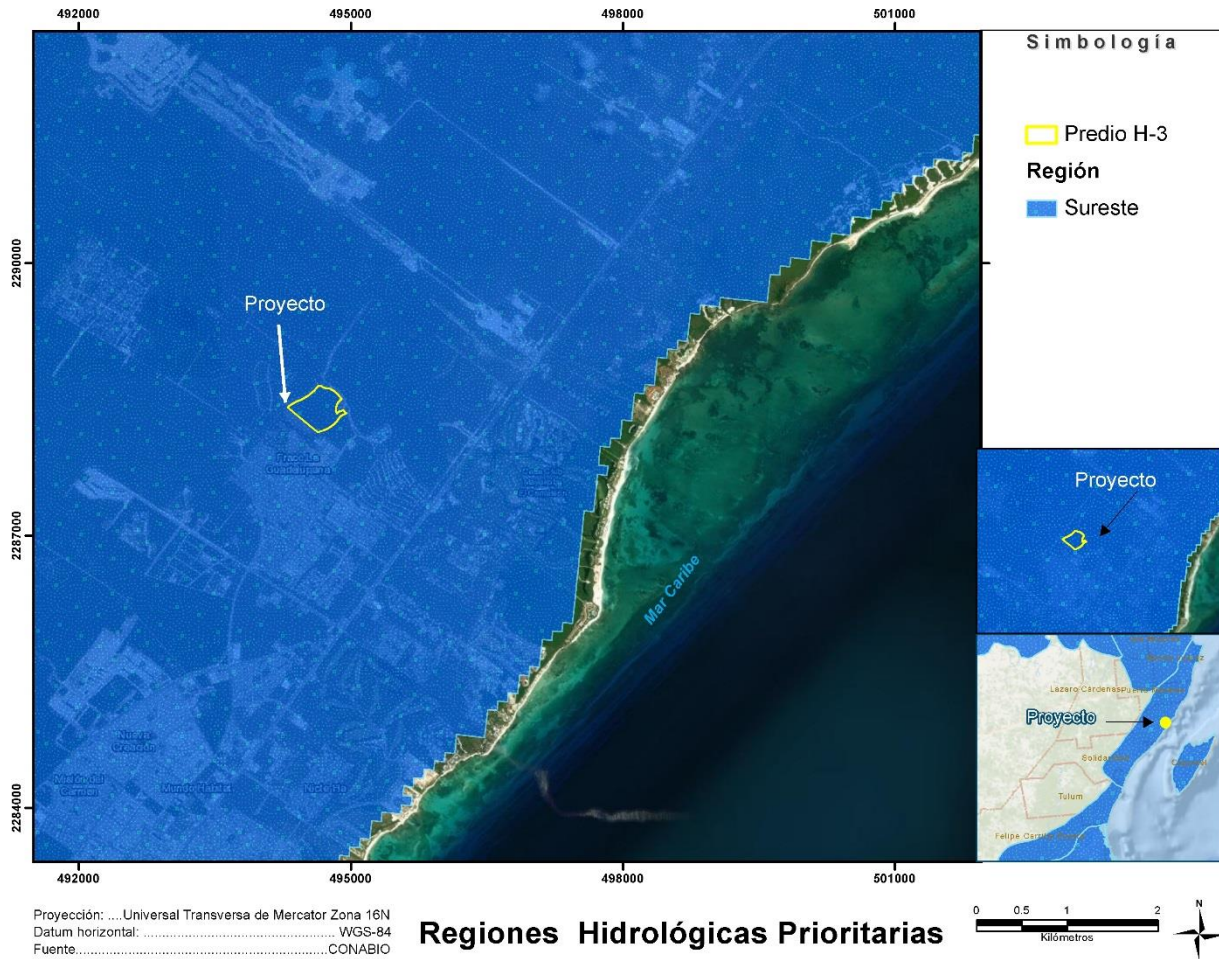
#### 3.4.10.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias

La CONABIO formuló el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El Proyecto se ubica dentro de la RHP 105 Corredor Cancún - Tulum (Figura 3. 11).



Figura 3. 11. Ubicación del Proyecto respecto a la Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún - Tulum.



Las problemáticas señaladas para esta Región son las siguientes:

Tabla 3. 26. Vinculación del Proyecto con la problemática identificada para la Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún - Tulum.

| Problemática   | Proyecto   |
|--|--|
| <p><b>Modificación del entorno:</b> Perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.</p> | <p>Si bien el Proyecto considera la modificación del entorno, se llevarán a cabo acciones de mitigación que contribuyan a disminuir las afectaciones al Sistema Ambiental, así como a la RHP. Dentro de estas acciones se presenta la propuesta de Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación, que entre otras contempla el rescate de las especies prioritarias y de las catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, identificadas en las áreas sujetas a remoción de vegetación; el establecimiento de áreas de conservación al interior del predio del Proyecto y su reforestación, además de que las aguas residuales generadas por el Proyecto serán dirigidas a la red de drenaje</p> |

| Problemática  | Proyecto   |
|---|--|
|   | municipal de CAPA, y se establecerán áreas ajardinadas con especies de la región a fin de favorecer la conservación de las mismas.<br><br>Asimismo, es importante señalar que el Proyecto no representa una obra de ingeniería de gran impacto y, aunado a lo anterior, no se talarán especies de manglar, ni se realizará el relleno de áreas inundables ni se generarán canales.   |
| <b>Contaminación:</b> Aguas residuales y desechos sólidos.  | Con relación al Proyecto en comento se prevé el cumplimiento cabal de las normas oficiales mexicanas en materia de agua y desechos sólidos. Las aguas residuales generadas por el Proyecto serán enviadas a la red de drenaje municipal de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA), llevándose bajo diseño de gravedad las aguas residuales.<br><br>Respecto a los residuos sólidos, el Proyecto considera un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual establece las acciones que se deberán seguir para el correcto almacenamiento, manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos que se generen.<br><br>De este modo se aclara que el Proyecto no contribuirá a la contaminación en la RHP debido a que realizará un adecuado manejo de sus aguas residuales generadas y de sus residuos sólidos. |
| <b>Uso de recursos:</b> Pesca ilegal en la laguna de Chacmuchuc y plantaciones de coco ( <i>Cocos nucifera</i> ). | Se cumple, ya que el Proyecto, bajo ningún motivo realizará actividades de pesca ni considera la plantación de coco ( <i>Cocos nucifera</i> ).   |

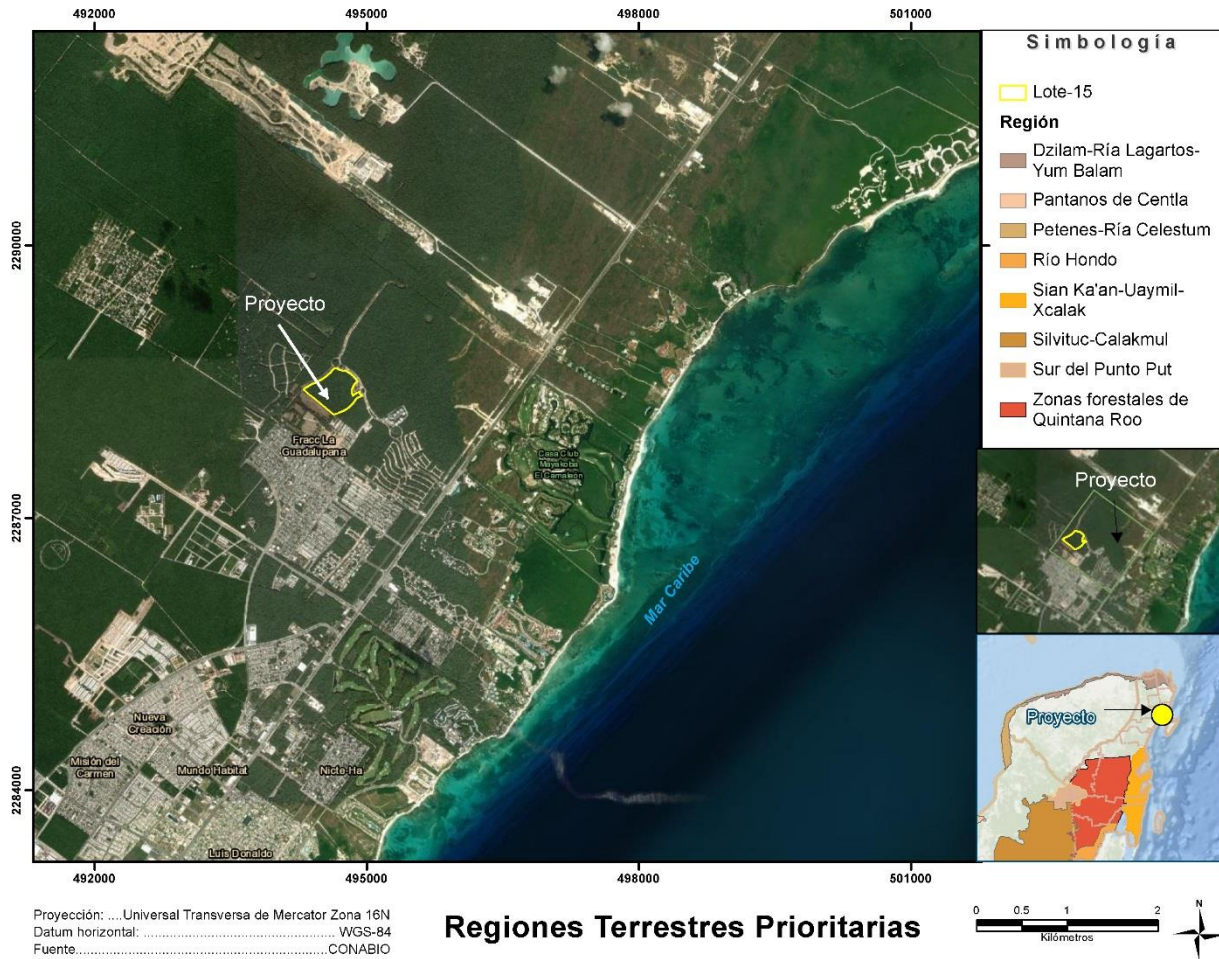
Con base en lo anterior, se destaca que el Proyecto no aumentará los problemas existentes en esta RHP, ya que considera la aplicación de medidas de mitigación y prevención para mantener las condiciones ambientales que prevalecen en la zona. Con la debida observación y cumplimiento de lo que las normas oficiales mexicanas establecen en materia de agua, así como las leyes que en la materia aplican, no existe contravención alguna entre el Proyecto y lo que se considera para la RHP en la que se ubica.

#### 3.4.10.2. Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

De acuerdo con la ubicación del Proyecto, éste no se ubica dentro de ninguna RTP (Figura 3. 12), por lo que no será necesaria su vinculación con esta RTP.

Figura 3. 12. Ubicación del Proyecto respecto de las Regiones Terrestres Prioritarias.

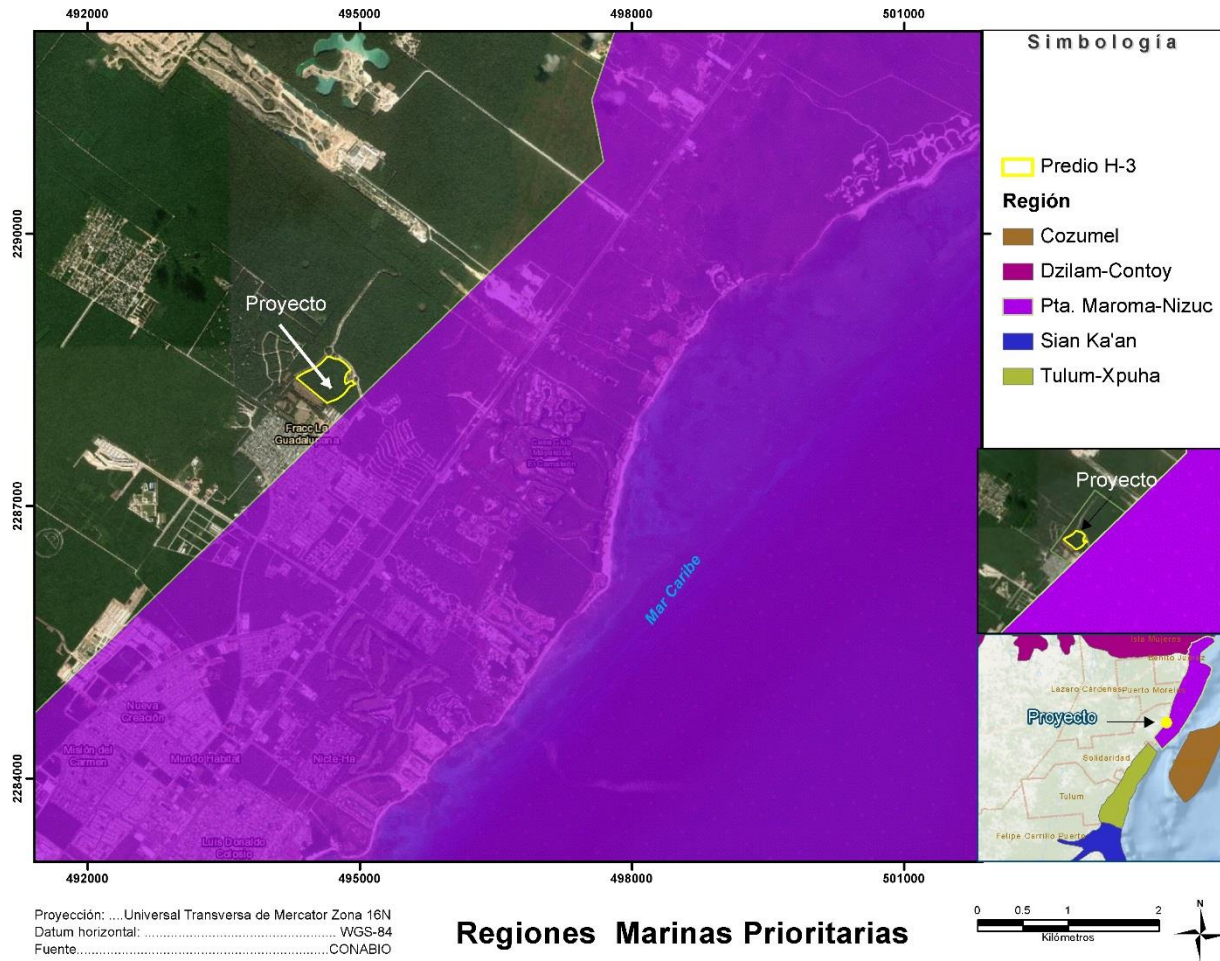


### 3.4.10.3. Regiones Marinas Prioritarias

La CONABIO instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México (RMP), en el cual se llevó a cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

En la Figura 3. 13 se muestra la ubicación del Proyecto respecto a la RMP más cercana.

Figura 3. 13. Ubicación del Proyecto respecto de las Regiones Marinas Prioritarias.



Con lo anterior en consideración, se vinculan las problemáticas de esta RMP con el Proyecto (Tabla 3. 27).

Versión

**Tabla 3. 27. Vinculación del Proyecto con la problemática identificada para la Región Marina Prioritaria 63 Punta Maroma – Punta Nizuc.**

| Problemática   | Proyecto  |
|--|---|
| <p><b>Modificación del entorno:</b> por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.</p> | <p>Es importante manifestar que el predio del Proyecto no contiene especímenes de manglar, sin embargo, para evitar contribuir al desarrollo de esta problemática, se dejarán amplias áreas de conservación dentro del Proyecto, donde el estado natural de la zona se dejará intacto.</p> <p>Asimismo, debido a la ubicación y la carencia de manglar dentro del predio del Proyecto, no se talará manglar ni ninguno de los demás supuestos establecidos en este texto.</p> |
| <p><b>Contaminación:</b> por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.</p>   | <p>El SMGA establece distintas medidas de mitigación y compensación para hacer frente a esta problemática. Además, no se realizarán descargas al acuífero ni el subsuelo.</p>   |
| <p><b>Uso de recursos:</b> presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.</p>  | <p>No se realizarán actividades de pesca en el Proyecto.</p>  |
| <p><b>Especies introducidas de <i>Cassuarina spp</i> y <i>Columbrina spp</i>.</b></p>  | <p>Si se llegara a reforestar, sería con especies nativas de la región, evitando la introducción de especies ajenas a la misma.</p>   |

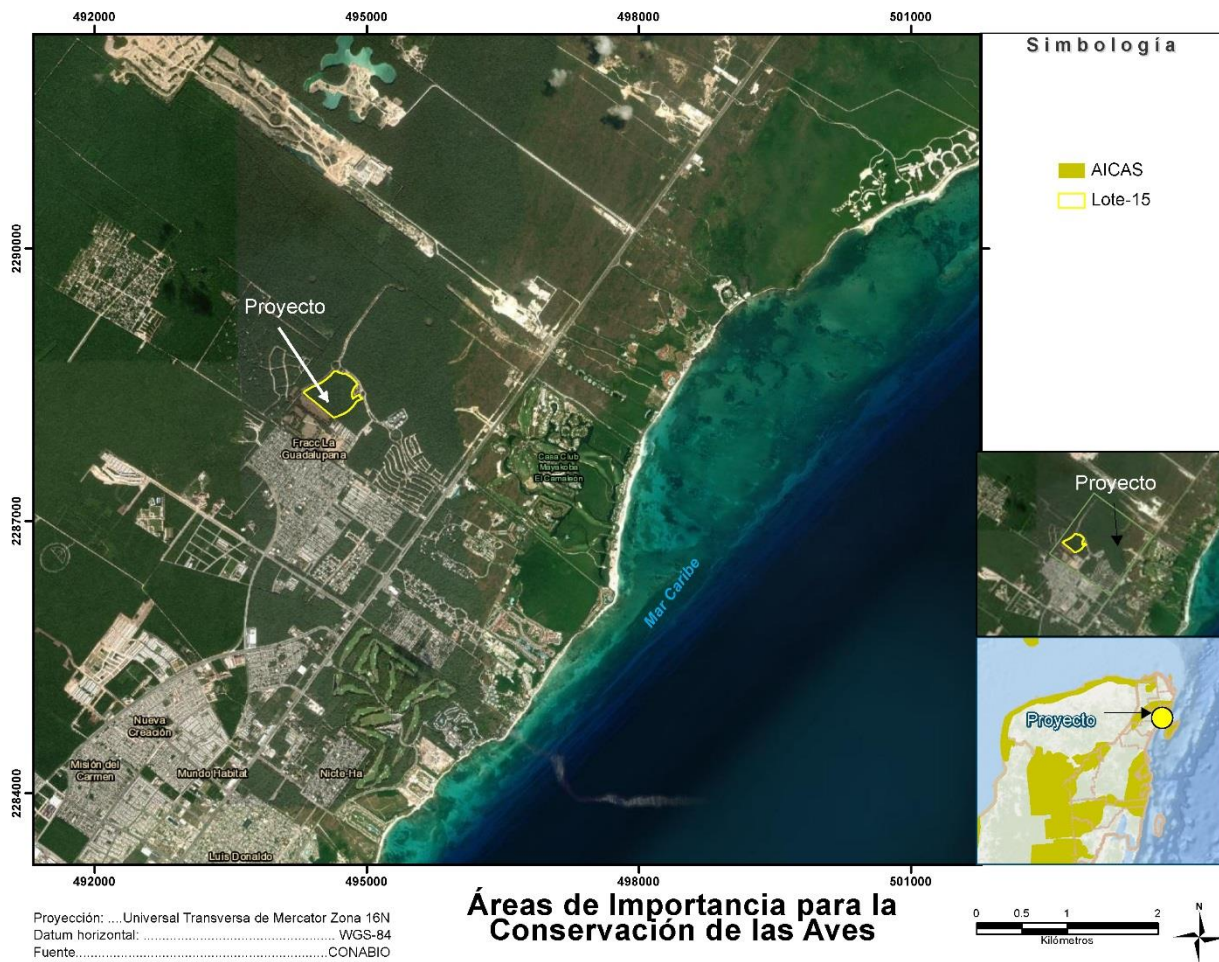
De esta forma, se demuestra que el Proyecto no afectará de ninguna manera a esta RMP ni aumentará sus problemáticas.

#### 3.4.10.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

El Proyecto no se ubica dentro del ámbito de aplicación de alguna AICA (Figura 3. 14), por lo que no será necesaria su vinculación.

Figura 3. 14. Ubicación del Proyecto respecto de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.



#### 3.4.10.5. Sitios Prioritarios

Tal y como fue comentado con anterioridad, el predio del Proyecto no se encuentra dentro de ningún sitio prioritario, lo que se puede corroborar en la Figura 3. 15, Figura 3. 16 y Figura 3. 17. En razón de lo anterior y las distancias existentes, se omite su vinculación con los Sitios Prioritarios más cercanos.

Figura 3. 15. Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios Prioritarios de Manglar más cercanos.

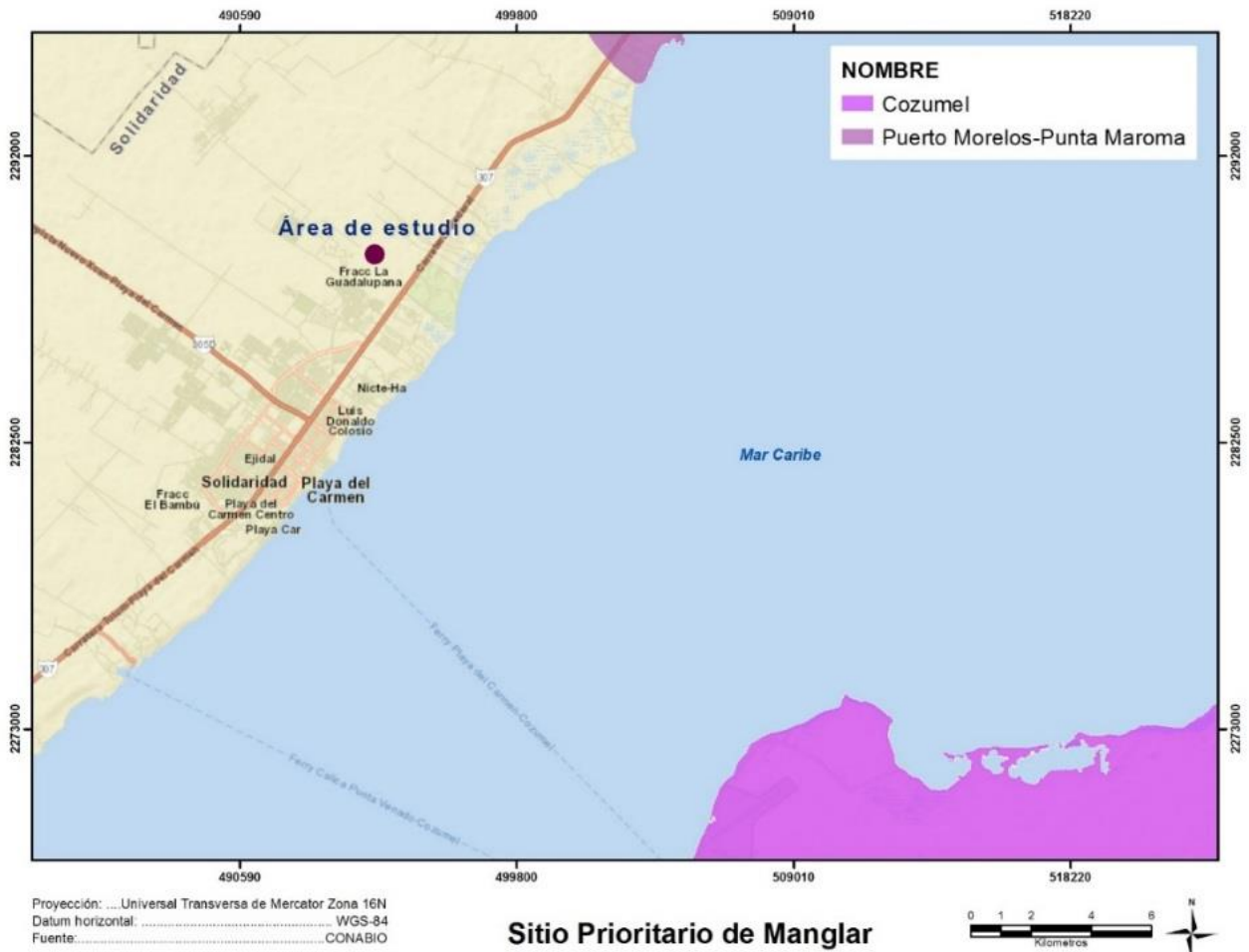
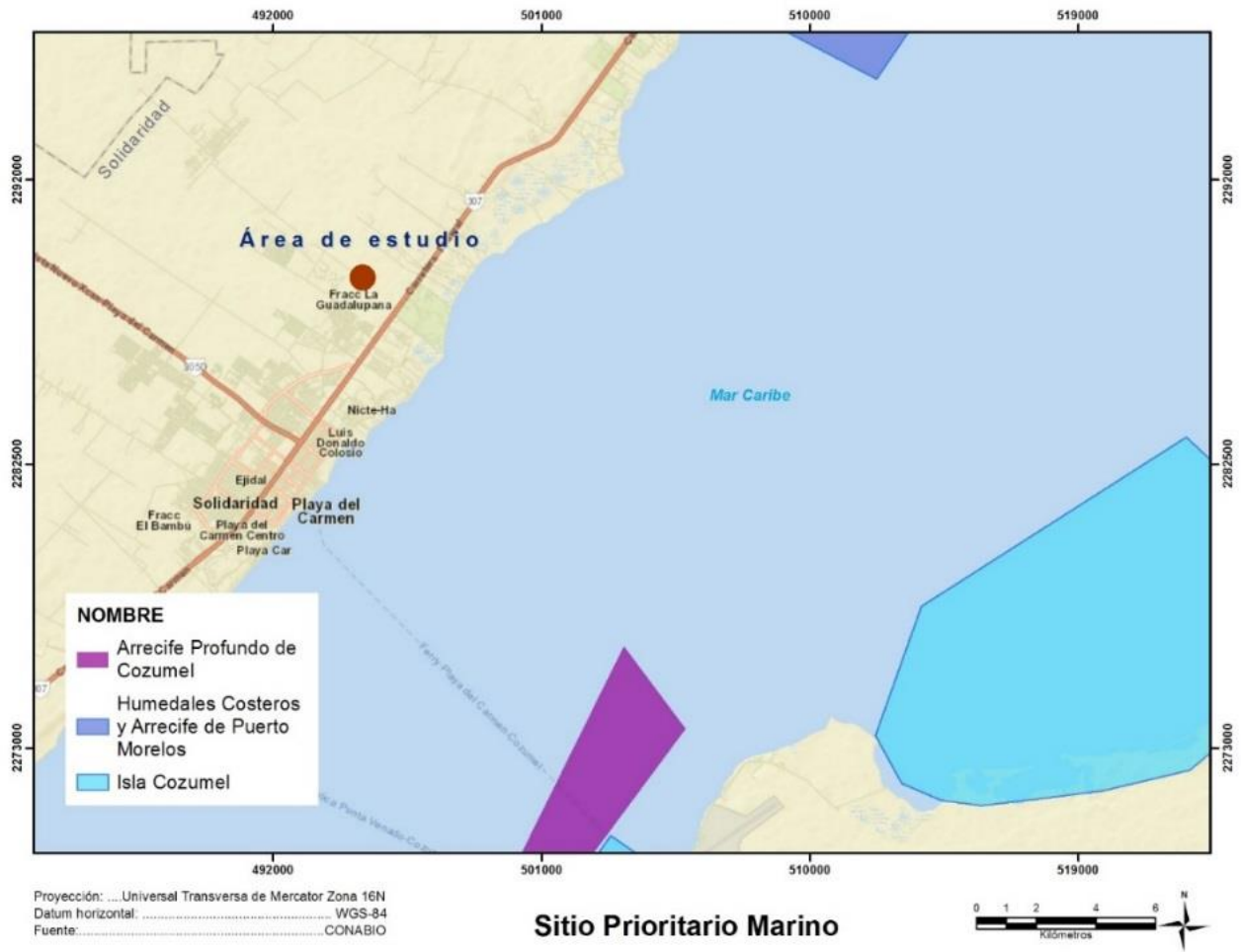


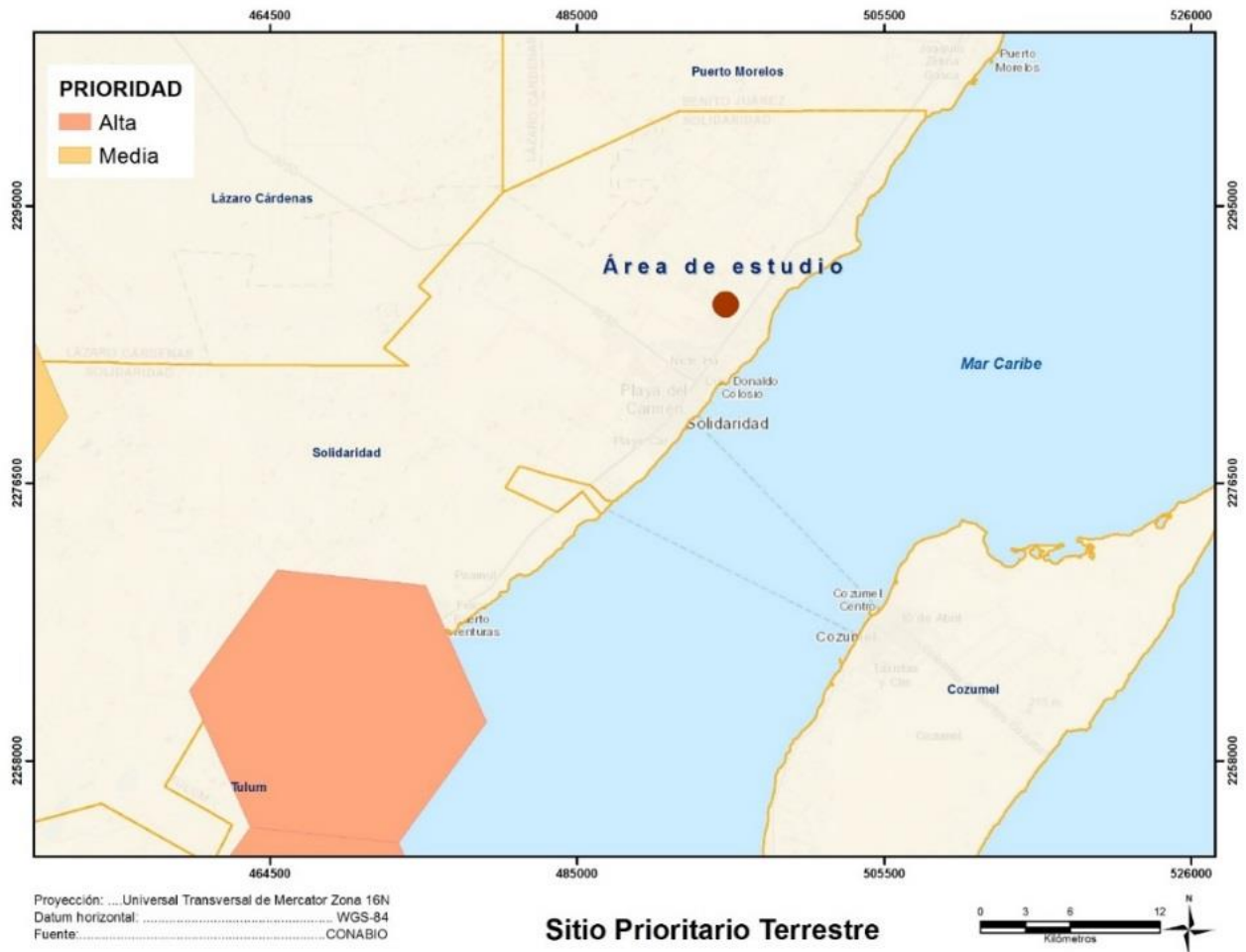
Figura 3. 16. Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios Prioritarios Marinos más cercanos.



Versio



Figura 3. 17. Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios Prioritarios Terrestres más cercanos.



### 3.4.11. SITIOS RAMSAR

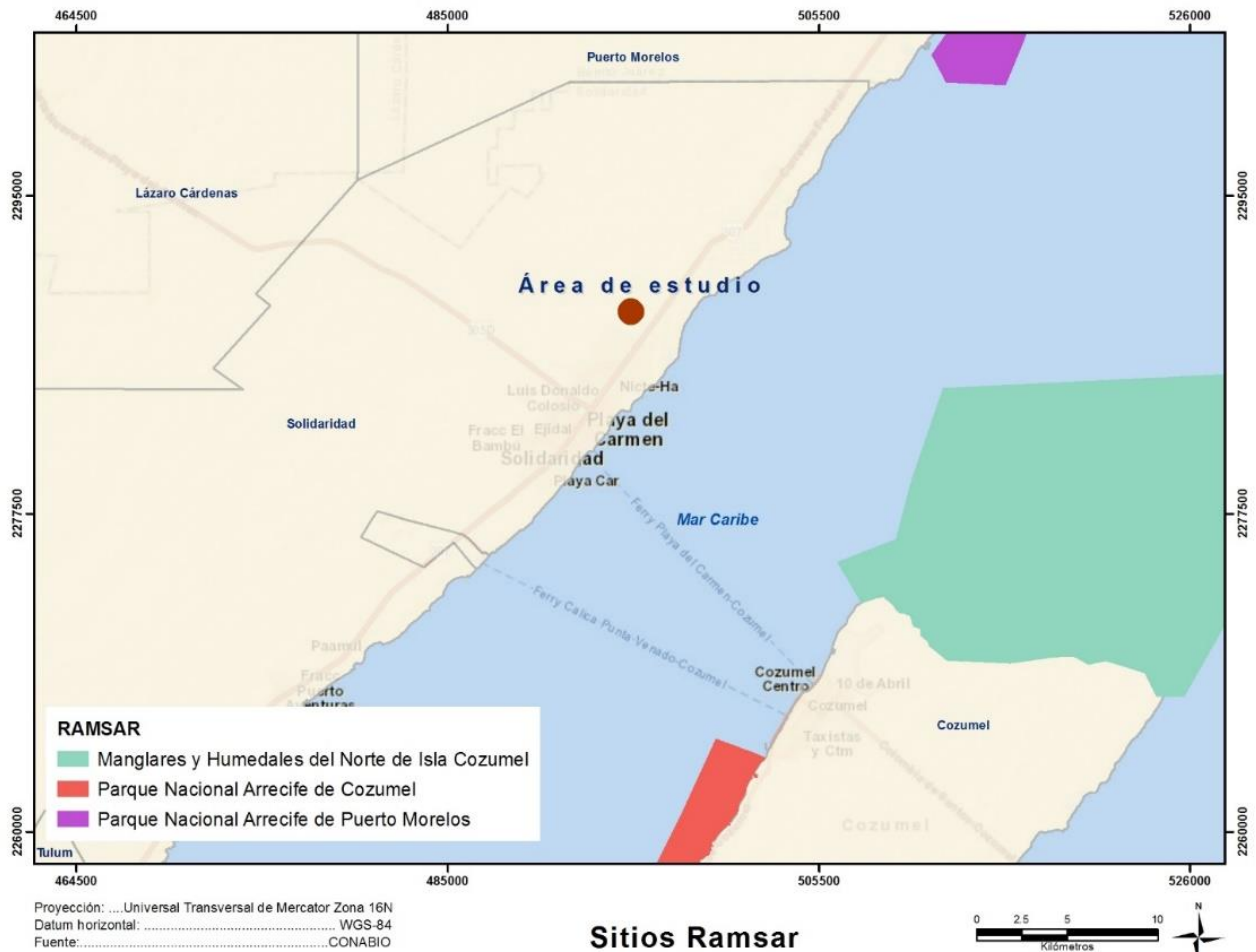
El Convenio de Ramsar o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitats de aves acuáticas, fue aprobado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986.

La Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La misión de la Convención es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.

Hasta 2019, la Convención contaba con 171 Partes Contratantes, con un total de 2,389 sitios designados como humedales de importancia internacional, cubriendo un área de 253,870,077 ha. México tiene actualmente 142 humedales de importancia internacional, ocupando el segundo lugar a nivel mundial.

El Proyecto no se ubica en alguno de los sitios Ramsar de los incorporados a esta Convención, para el estado de Quintana Roo (Figura 3. 18), por lo que no será necesaria su vinculación.

Figura 3. 18. Ubicación del Proyecto respecto de los sitios Ramsar.



### 3.4.12. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Este marco jurídico está sustentado en la Ley Federal de Metrología y Normalización, la cual es de orden público y rige a nivel nacional. Y, de acuerdo con esta Ley, en su artículo 3, fracción XI, las normas oficiales mexicanas implican “*la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, ...*”.

Respecto al tema ambiental, la Ley indica que las normas oficiales mexicanas (NOM) deben tener la finalidad de indicar las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales. Por lo que, con esta finalidad, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha emitido una serie de NOM comprendiendo diferentes aspectos ambientales, como la calidad del agua, calidad de las descargas de aguas residuales, calidad del aire, generación de ruido, emisión de contaminantes por fuentes móviles y fijas a la atmósfera, clasificación de residuos, protección de la flora y fauna silvestre, entre otras.

La observancia y aplicación de las NOM depende de las obras, actividades, metodologías a emplearse durante el desarrollo de los proyectos y de características ambientales del área donde se desarrollará. Considerando la naturaleza del proyecto que nos ocupa cobra relevancia la observancia, y en un momento dado la aplicación de 21 NOM, mismas que se indican en la Tabla 3. 28.

Tabla 3. 28. Vinculación del Proyecto con la Normas Oficiales Mexicanas de aplicación general.

| Norma Oficial Mexicana  | Vinculación con El Proyecto  |
|---|--|
| <b>Agua</b>   |  |
| <b>NOM-001-SEMARNAT-1996</b> , Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.  | <b>SE CUMPLE</b><br>Se cumplirá lo establecido en el numeral 4 de la NOM en cuestión. Se acatarán las especificaciones y métodos de prueba aquí plasmado para cumplir cabalmente con las prácticas adecuadas respecto a las descargas de aguas residuales.   |
| <b>NOM-002-SEMARNAT-1996</b> , Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.   | <b>SE CUMPLE</b><br>El Proyecto cumplirá con los estándares establecidos en esta Norma Oficial respecto a los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales, pH, temperatura y especificaciones. Asimismo, se emplearán los métodos de prueba establecidos en esta NOM.          |
| <b>Residuos</b>   |  |
| <b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b> , Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.  | <b>SE CUMPLE</b><br>Los residuos peligrosos que se generen recibirán el tratamiento que refiere la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. Asimismo, se contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos apegado al programa autorizado del proyecto Ciudad Mayakoba. |
| <b>NOM-054-SEMARNAT-1993</b> , Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.  | <b>SE CUMPLE</b><br>Se tomarán en cuenta esos criterios para evitar la mezcla de residuos en los sitios de almacenamiento temporal.  |
| <b>NOM-061-SEMARNAT-2011</b> , Que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión a dicho listado; así como los elementos y | <b>SE CUMPLE</b><br>El Programa de Manejo Integral de Residuos planteado, se elaboró con observancia y apego a la referida norma NOM-061-SEMARNAT-2011.  |

| Norma Oficial Mexicana  | Vinculación con El Proyecto  |
|---|--|
| procedimientos para la formulación de planes de manejo  |  |
| <b>Ruido</b>  |  |
| <p><b>NOM-076-SEMARNAT-2012</b>, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.</p> | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos, programados de acuerdo con la utilización de los mismos, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo y de igual forma, minimizar al máximo las emisiones.</p> |
| <p><b>NOM-077-SEMARNAT-1995</b>, Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.</p>   | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo con la utilización de los mismos, así como de verificaciones vehiculares, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo</p>              |
| <p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994</b>, 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.</p>   | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     El Proyecto verificará que los equipos que participen en las labores de preparación del sitio y construcción cumplan con los parámetros establecidos en la Norma en cuestión.</p>   |
| <p><b>NOM-081-SEMARNAT-1994</b>, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>  | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     Se le dará mantenimiento a la maquinaria, para que estas estén en buen estado y no emitan ruido que rebasen los límites; estableciendo también mecanismos para verificar que se está dentro del rango de emisión permisible.</p>  |
| <p><b>NOM-085-SEMARNAT-2011</b>, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.</p>  | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     La operación de la maquinaria respetará los niveles de emisión que señala la NOM-085-SEMARNAT-2011.</p>   |
| <b>Suelo</b>  |  |
| <p><b>NOM-060-SEMARNAT-1994</b>, Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.</p>  | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     Se realizará el astillado, acumulación y composteo <i>in situ</i> del material vegetal, posteriormente éste será esparcido sobre el suelo para facilitar su descomposición.<br/><br/>                     Se realizarán acciones de restauración en las áreas que así lo requieran. No hay presencia de cuerpos de agua natural en el predio.</p>                     |
| <p><b>NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012</b>, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>  | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     Durante la operación del Proyecto se pueden suscitar derrames de combustibles debido a fallas o accidentes en maquinarias o recipientes; debido a esto, se consideran estrategias de acción en atención</p>   |

| Norma Oficial Mexicana   | Vinculación con El Proyecto   |
|--|---|
|  | <p>contingencias, así como el almacenamiento temporal y disposición final de los residuos, así como aquellos que se generen en la limpieza del derrame, por empresas acreditadas ante la autoridad correspondiente.</p> <p>Todo lo anterior en apego a lo establecido en los diferentes programas y subprogramas que conforman el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba.</p>   |
| <b>Flora y Fauna</b>   |   |
| <p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>, Protección Ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.</p> | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     Se realizó un estudio detallado de caracterización del sitio que permitió verificar la existencia o no de especies listadas en esta norma; tres fueron las especies registradas:</p> <p>Flora: <i>Thrinax radiata</i> y <i>Coccothrinax readii</i>.<br/>                     Fauna: <i>Boa constrictor</i>.</p> <p>Las especies antes señaladas constituyeron la base del diseño de la propuesta de Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación y Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna.</p> <p>En un apartado posterior se detallará el cumplimiento a esta NOM y las especies enlistadas que se encuentran en el Proyecto.</p> |
| <p><b>NOM-022-SEMARNAT-2003</b>, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.</p>                          | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     Dentro del predio del Proyecto no existen humedales costeros o manglares, por lo que se cumple con esta norma.</p>   |
| <p><b>NOM-061-SEMARNAT-1994</b>, Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestre por el aprovechamiento forestal.</p>   | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     Se implementará un Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación y Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna conforme a lo establecido en la fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, para especies enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las de valor ecológico; éstas serán reubicadas en las áreas forestales de conservación dentro del mismo predio (ver medidas de mitigación en el Capítulo 7).</p>   |
| <b>Seguridad e Higiene Laboral</b>   |   |
| <p><b>NOM-001-STPS-2008</b>, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.</p>  | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     Durante el tiempo que duren los trabajos relacionados a la construcción y puesta en marcha del Proyecto, se contará con las condiciones adecuadas para prevenir riesgos a los trabajadores.</p>  |
| <p><b>NOM-002-STPS-2010</b>, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.</p>   | <p><b>SE CUMPLE</b><br/>                     Durante el desarrollo del Proyecto, se tendrá especial cuidado en supervisar las condiciones de seguridad para evitar situaciones de riesgo que puedan ocasionar incendios, además se contará con los extintores de acuerdo con el tipo de fuego que pueda ocasionarse.</p>  |

| Norma Oficial Mexicana  | Vinculación con El Proyecto   |
|---|---|
| <b>NOM-017-STPS-2008</b> , Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo. | <b>SE CUMPLE</b><br>El personal que laborara deberá de contar con equipo de protección personal de acuerdo con las actividades que realice en el Proyecto, dando cumplimiento a la norma.                       |
| <b>NOM-025-STPS-2008</b> , Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.                                      | <b>SE CUMPLE</b><br>Se dispondrá de un sistema de iluminación en las instalaciones, para permitir la operación y el mantenimiento. El diseño de la iluminación incluirá requerimientos para casos de emergencia |
| <b>NOM-003-SEGOB-2002</b> , Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.            | <b>SE CUMPLE</b><br>Durante la etapa de construcción y operación, los criterios de esta norma se cumplirán, colocando señalización conforme a la misma.   |

### 3.4.12.1. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta norma tiene por objeto el identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.

Las disposiciones de esta norma son de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo que se establecen en el documento.

Como se indica en este DTU-BR, dentro del Sistema Ambiental Regional del Proyecto, se registraron especies de flora y fauna enlistadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas se presentan en la Tabla 3. 29.

**Tabla 3. 29. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr = sujeta a protección especial; A = amenazada.**

| Flora                      |                     |
|----------------------------|---------------------|
| Nombre Científico          | Nivel de protección |
| <i>Thrinax radiata</i>     | A                   |
| <i>Coccothrinax readii</i> | A                   |
| Fauna                      |                     |
| Nombre Científico          | Categoría           |
| <i>Boa constrictor</i>     | A                   |

Conforme a lo anterior, y en congruencia con lo dispuesto en esta norma, el Proyecto contempla la implementación de la propuesta de Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación y Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, conforme a la fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, a través de los cuales se ejecutarán medidas de rescate y protección para las especies sujetas a esta NOM. Estos subprogramas se pueden revisar a detalle en el Capítulo 7 de este DTU-BR.

### 3.5. CONCLUSIÓN LEGAL

El proyecto Senderos Poniente ubicado en el Lote 15 es un desarrollo habitacional dentro del plan maestro autorizado en materia de impacto ambiental Ciudad Mayakoba (antes El Ximbal), el cual tienen como objetivo proponer un desarrollo residencial conformado por lotes plurifamiliares y unifamiliares, que se integren de manera armónica al medio ambiente de la zona, buscando que se respete la integridad funcional de los ecosistemas y se conserve la biodiversidad regional dentro de la zona.

De esta forma, se propone un proyecto congruente con los ecosistemas existentes en el predio, por lo que por medio de este estudio se consideraron y evaluaron los posibles impactos ambientales que puede generar, diseñando estrictas medidas de prevención, mitigación y compensación eficientes, proporcionando las bases para el desarrollo del Proyecto sin una afectación que supere los límites establecidos, conforme a lo determinado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

De igual forma, es importante mencionar que el Proyecto que se pretende desarrollar encuadra en los supuestos normativos establecido en el artículo 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; así como, en el artículo 5º fracciones O), Q) y R) de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, puesto que se trata de un desarrollo inmobiliario que: i) implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; ii) converge en ecosistemas costeros; y, iii) implica el desarrollo de obras y/o actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados al mar, así como en sus litorales o zonas federales.

Así mismo, y de conformidad con lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, el proyecto debe evaluarse en su modalidad regional dado que se trata de un conjunto de obras y actividades que se pretenden desarrollar en una región ecológica determinada como lo es el ecosistema costero ubicado dentro del Sistema Ambiental Regional.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO  
MODALIDAD B REGIONAL**

**PROYECTO:  
SENDEROS PONIENTE**



***CAPÍTULO 4***



## CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

### 4.1. INTRODUCCIÓN

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (REIA) señala en su Artículo 13 que la manifestación de impacto ambiental modalidad regional (MIA-R) deberá contener la “*descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región*”. Además, el Artículo 44 fracción I de la REIA establece que la secretaría deberá considerar evaluar “*los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que lo conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación*”.

En cumplimiento a lo anterior, en este capítulo se describe, caracteriza y presenta el diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR) y la Cuenca Hidrológica Forestal (CHF) del proyecto Senderos Poniente (en adelante El Proyecto). Asimismo, y con fundamento en bases científicas y técnicas, se identifican, describen y analizan los componentes ecológicos presentes a fin de identificar los efectos positivos y negativos que pudiera tener el desarrollo del proyecto en la región.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se define como el “espacio geográfico delimitado e integrado estructural y funcionalmente por varias unidades ambientales”. Bajo este concepto, el SAR es la región ecológica donde los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales, generados en las diversas etapas del proyecto, pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas, tal y como se establece en el inciso IV del artículo 11 del REIA.

La delimitación del SAR se realizó a partir del análisis de las interacciones presentes entre el proyecto y su medio circundante, de manera que sea posible conocer en qué medida las diferentes actividades y obras consideradas por el Proyecto afectarán los atributos ambientales y, por otro lado, en qué sentido éstos últimos pueden tener interacción con las características de la infraestructura y el desarrollo de las actividades previstas por el proyecto.

Para la integración de este capítulo, se tomaron en consideración los siguientes insumos:

- Información técnica generada por especialistas en cada uno de los temas
- Estudios de campo del área de estudio
- Información obtenida de Google Earth Pro
- Bibliografía disponible del sitio de interés
- Datos cartográficos puestos a disposición por el INEGI

## 4.2. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y RECONOCIMIENTO DE LA CUENCA HIDROLOGICA FORESTAL

### 4.2.1. Sistema Ambiental Regional del Proyecto

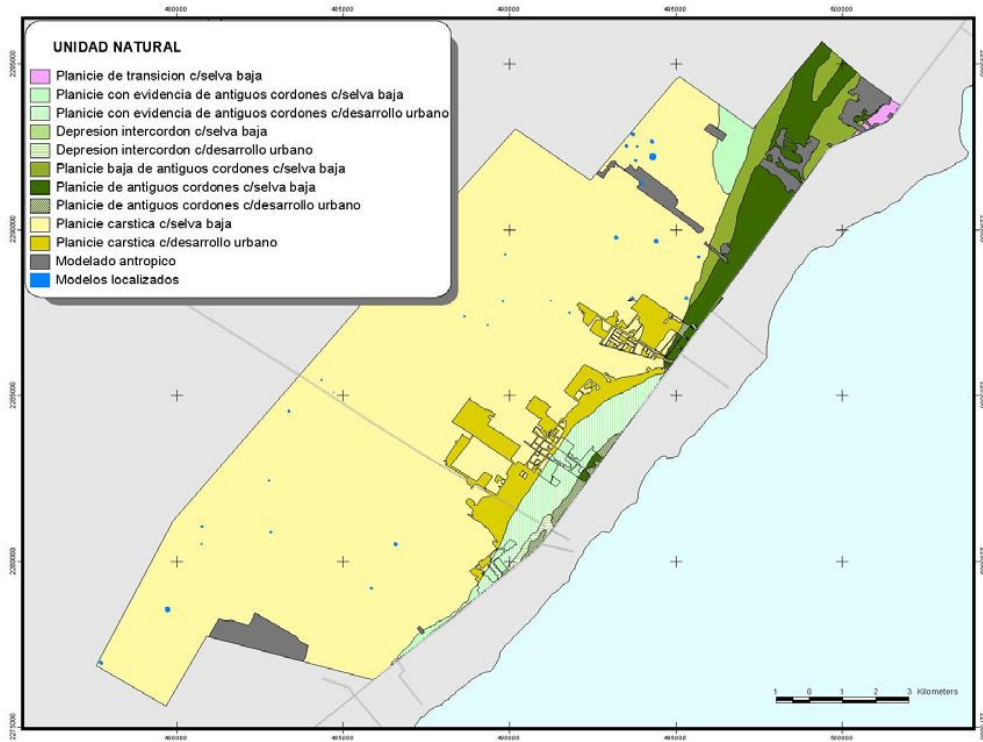
El predio del Proyecto (ubicado en el Lote 15 conforme a la lotificación establecida por el Plan Maestro Ciudad Mayakoba), se encuentra dentro de un área con antecedentes en materia ambiental y forestal para el Proyecto denominado Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”), cuenta con autorizaciones en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo forestal con números de oficio SGPA/DGIRA/DG/04219 y 03/ARRN/1476/13.

El Plan Maestro Ciudad Mayakoba se ubica dentro de un Sistema Ambiental Regional (SAR) denominado Unidad Suburbana Norte localizada dentro de la zona costera con presencia de ecosistemas costeros que recibe el nombre de “Costa del Mar Caribe” (Ortiz 2006); corresponde a una planicie ondulada de relieve cárstico y cuenta con un patrón de ambientes que se disponen en forma de franjas paralelas a la costa. El SAR en mención se ubica terreno adentro, en el margen de la planicie ondulada de playas antiguas del Pleistoceno (Ward, 1997), donde los cuerpos de agua son aislados, la vegetación predominante es de selva baja y mediana subperennifolia (Ortiz, 2006). A su vez, la unidad hidrológica del SAR, corresponde a la zona interna inundable inserta en la planicie ondulada de la Península de Yucatán, con altitud promedio de 7 msnm, en donde se desarrollan procesos cársticos de disolución, por lo que se presentan formaciones como dolinas, cenotes, simas, sumideros y cavernas.

Además, en la MIA-R del proyecto “Ciudad Mayakoba” autorizado se determinaron, caracterizaron y describieron las principales unidades geomorfológicas definiendo las Unidades Naturales del SAR. Para los objetivos de ese análisis se consideró a la Carretera Federal 307 como un límite físico real del sistema ambiental, ya que ha fragmentado y aislado la vegetación de la parte estrictamente costera (llanura litoral). Por esta razón, en la Figura 4. 1 se evidencian dos tipos principales de ambientes terrestres: la planicie de antiguos cordones de playa (predominio en color verde) y la planicie cárstica (predominio en amarillo). Estos ambientes, integran diversas unidades con características naturales específicas:

- La planicie de antiguos cordones, compuesta por areniscas poco consolidadas del Pleistoceno, se encuentra separada de la llanura de inundación por una terraza costera que provoca una ruptura de pendiente que lleva a la formación de depresiones, en algunos casos de 1 a los 7 msnm. En esta zona la meteorización (físicoquímica de las rocas) es evidente; en ella predomina la selva baja subcaducifolia en proceso de recuperación y las áreas con desarrollo urbano de alta densidad, cuya vegetación está compuesta por malezas arbóreas aisladas.
- La planicie cárstica, compuesta por calizas y coquinas del Mioceno-Plioceno, por denudación y disolución de carbonatos. En esta amplia zona predomina la selva baja subcaducifolia con desarrollo secundario, y áreas con desarrollo urbano de alta densidad, cuya vegetación se compone por malezas arbóreas aisladas y especies de ornato. En el SAR también se hace presente el modelado antrópico de carácter tecnógeno, por movimientos de tierra y acumulación de escombros.

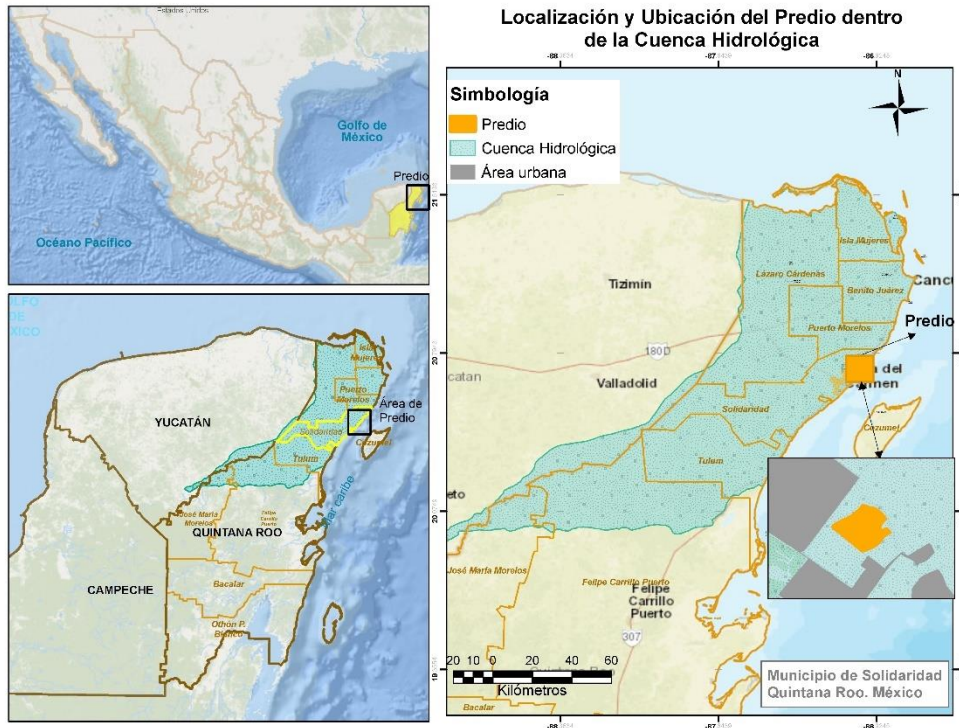
Figura 4. 1. Unidades Naturales del SAR del proyecto Ciudad Mayakoba. Fuente: MIA-R El Ximbal autorizada.



Además, se resalta que el área de estudio se encuentra en la cuenca hidrológica-forestal de la región hidrológica RH32 (Yucatán Norte) que pertenece al estado de Quintana Roo, esta región ocupa el 31.77% de su superficie estatal; 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 continua. Presenta dos cuencas denominadas: 32A Quintana Roo y 32B Yucatán, aunque de esa última solo abarca una pequeña área (INEGI, 2002)<sup>1</sup>. En la Figura 4. 2 se observa la localización del predio del Proyecto con respecto a la Cuenca Hidrológica.

<sup>1</sup> INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. 96pp.

Figura 4. 2. Localización del predio del proyecto con respecto a la Cuenca Hidrológica.



El Sistema Ambiental Regional (SAR) se define como la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico de la región donde se pretende establecer el presente proyecto (SEMARNAT, s/f)<sup>2</sup>. Además, corresponde con un espacio geográfico descrito e integrado estructural y funcionalmente, por el área del proyecto y su zona de influencia, en este sentido se tiene que:

- *Zona de influencia directa (ZID)*: es aquella superficie en la que un proyecto genera impactos ambientales, directos (p. ej. Áreas de desplante y construcción, áreas con potencial riesgo de contaminación y contingencias ambientales, entre otras).
- *Zona de influencia indirecta (ZII)*: corresponde a la superficie que no es transformada por desplante o afectación directa del proyecto, pero que es el resultado de los efectos indirectos del mismo hacia áreas y/o proyectos vecinos y viceversa (conversión acumulativa de vegetación y ecosistemas con varios proyectos, alteración a la integridad funcional y capacidades de carga de ecosistemas costeros por efecto de varios proyectos, entre otros).

Es así como, la suma de la ZID y la ZII, conforman el Sistema Ambiental Regional (SAR).

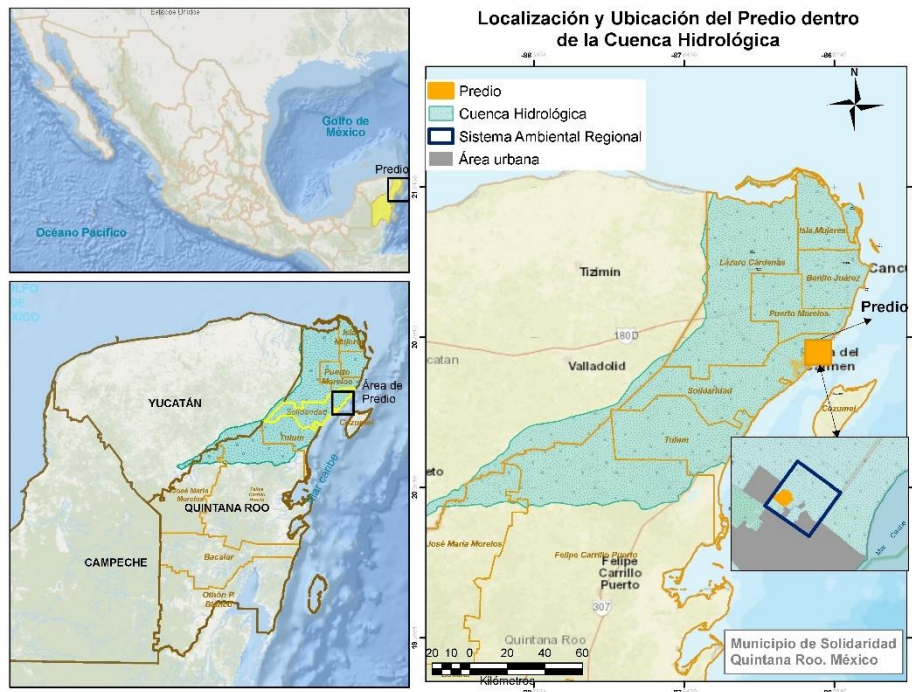
Para determinar los límites del SAR del proyecto Senderos Poniente se tomaron en consideración los siguientes factores:

<sup>2</sup> SEMARNAT, S/F. [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/compendio\\_2019/RECUADROS\\_INT\\_GLOS/D4\\_GLOS\\_IMPACTO.htm](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/compendio_2019/RECUADROS_INT_GLOS/D4_GLOS_IMPACTO.htm)

- a. Geomorfología y paisaje: Se analizó la geomorfología y los tipos de paisaje para identificar unidades naturales distintivas en la zona donde se ubica el proyecto. Se identificó la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrológico-forestal donde se inserta el proyecto.
- b. Criterios normativos: Se analizaron los diferentes instrumentos jurídicos referentes al ordenamiento del territorio aplicables a la zona, tales como el Plan Parcial de Desarrollo vigente y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local.
- c. Resultados de la caracterización ambiental: Se analizaron los resultados de la caracterización ambiental realizada para el macroproyecto “Ciudad Mayakoba”, y para el predio del proyecto Senderos Poniente, incluyendo la determinación de la calidad ambiental.
- d. Análisis de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro de la región.

En la Figura 4. 3 se observa la localización del Sistema Ambiental Regional con respecto a la Cuenca Hidrológica Forestal.

Figura 4. 3. Localización del Sistema Ambiental Regional con respecto a la Cuenca Hidrológica.



### 4.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CUENCA HIDROLOGICA FORESTAL Y EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DEL PROYECTO

El análisis y caracterización del Sistema Ambiental y la Cuenca Hidrológica Forestal, se realiza a través de la descripción de las Unidades de Paisaje discriminados resultantes del análisis del territorio estudiado.

### 4.3.1. Elementos del medio físico

#### 4.3.1.1. *Clima y fenómenos meteorológicos*

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 la zona norte del estado correspondiente a la cuenca 32A (subcuenca "d") de acuerdo al comportamiento de la precipitación y la temperatura en términos de sus características a través del tiempo además de otros elementos como evaporación, humedad relativa entre otros predominan los siguientes subtipos de clima:

El extremo norte desde Puerto Morelos a Chiquilá, pasando por Cancún y la zona continental e incluyendo al municipio de Isla Mujeres se manifiesta 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 a los estados de Campeche y Yucatán, sin embargo también se presenta en una franja transversal desde Puerto Morelos hacia Playa del Carmen, y Kantunilkín colindante con el  $Aw_0$  y el  $Aw_2$ , 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. **En este tipo de clima es correspondiente con la ubicación geográfica del Sistema Ambiental Regional, así como del predio de interés (Figura 4. 4).**

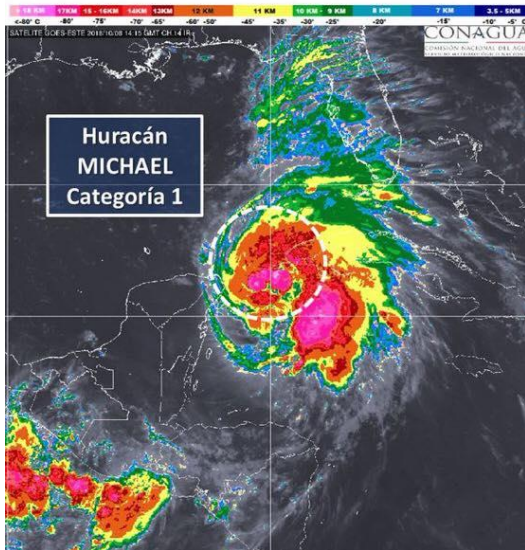


Tabla 4. 2. Datos de velocidad de los vientos proporcionados por CNA, (2009).

| Cuenca | Velocidad de los vientos en km/h |        |          |
|--------|----------------------------------|--------|----------|
|        | Mínima                           | Máxima | Promedio |
| 32A    | 0.01                             | 23.26  | 9.82     |

### Fenómenos meteorológicos.

Figura 4. 5. Fenómenos meteorológicos sobre la región de la península de Yucatán.



Durante el verano, en el Mar Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión, que dan lugar a las tormentas tropicales, y dependiendo de la energía acumulada se puede formar un ciclón o un huracán.

Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre, y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

Septiembre es el mes en que se registra la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada, y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías mayores y con efecto

más destructivo (Morales, 1993).

La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En particular para la cuenca 32A (subcuenca “d”), existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Caribe afecten la zona costera y en particular la Riviera Maya ya que generalmente esta se encuentra en su radio de acción y aun cuando estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona hasta antes del paso del Huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración.

En 1955, Janet afectó las costas del Estado. Sus efectos se dejaron ver claramente en la erosión de las playas y la afectación de la vegetación. En casos más recientemente al finalizar la temporada de huracanes en 1998, el huracán Mitch aun cuando su trayectoria no tuvo incidencia directa en el estado sus efectos sobre la costa fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó. Igualmente, el huracán Emily y Wilma afectó las costas de Quintana Roo en el 2005, principalmente desde Tulum a Cancún y el Dean en el 2007, la zona de Mahahual.



En la tabla siguiente se presentan los huracanes más recientes (2000 al 2020) con influencia en el Territorio Estatal.

**Tabla 4. 3. Huracanes que han afectado las costas del estado de Quintana Roo en los últimos años.**

| Año  | Nombre   | Etapas y Categoría | Lugar de entrada a tierra   | Periodo                              | Máxima (Km/h) |
|------|----------|--------------------|---|--------------------------------------|---------------|
| 2017 | Franklin | H1                 | Tulum, Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos, Bacalar, Othón P. Blanco,  | Del 07 al 10 de agosto               | 138           |
|      | Nate     | H1                 | L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum   | Del 04 al 09 de octubre              | 148           |
|      | Harvey   | H4                 | Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Tulum, José María Morelos, Bacalar, Cozumel Benito Juárez, Puerto Morelos, Isla Mujeres, L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum | Del 17 de agosto al 01 de septiembre | 213           |
| 2016 | Eart     | H1                 | Othón P. Blanco   | Del 02 al 06 de agosto               | 120           |
|      | Colin    | TT                 | Isla Mujeres, Cozumel, Solidaridad, Benito Juárez, L. Cárdenas, Puerto Morelos.   | Del 05 al 07 de junio                | 83            |
| 2014 | Hanna    | TT                 | José María Morelos  | Del 22 al 28 de octubre              | 64            |
| 2012 | Ernesto  | H1                 | Othón P. Blanco y Bacalar   | Del 1 al 10 de agosto                | 140           |
| 2011 | Don      | TT                 | Benito Juárez   | Del 27 al 30 de julio                | 83            |
|      | Harvey   | TT                 | Othón P. Blanco y Bacalar   | Del 19 al 22 de agosto               | 91            |
|      | Rina     | H2                 | Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Isla Mujeres y Benito Juárez   | Del 23 al 28 de octubre              | 174           |
| 2010 | Karl     | H3                 | Al norte del poblado de Calderitas  | Del 14 al 18 de septiembre           | 195           |
| 2008 | Dolly    | H2                 | Cozumel y Cancún  | Del 20 al 24 de julio                | 160           |
|      | Arthur   | H2                 | Suroeste de Chetumal  | Del 31 de mayo al 2 de junio         | 160           |
| 2007 | Dean     | H5                 | Mahahual  | Del 13 al 23 de agosto               | 270           |
| 2005 | Wilma    | H5                 | Cozumel y Puerto Morelos  | Del 15 al 28 octubre                 | 324           |
|      | Emily    | H5                 | Cozumel y Playa del Carmen  | Del 10 al 21 julio                   | 269           |
| 2000 | Keith    | H1                 | La Unión  | Del 28 de sept al 6 de octubre.      | 140           |

Fuente: Secretaría de Gobierno. Coordinación Estatal de Protección Civil; Departamento de Meteorología.  
<https://qroo.gob.mx/segob/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal>.

**NOTA:** para el caso del 2018-2021, estos datos todavía no los actualiza la página del Gobierno del Estado. La trayectoria del centro del sistema tropical Harvey en el 2017, no tuvo lugar de entrada en el territorio estatal, pero sí tuvo influencia en los municipios mencionados.

Otros meteoros que afectan al estado son las tormentas tropicales, los nortes y las suradas. Las tormentas tropicales se presentan en verano y otoño y se consideran como predecesoras de los huracanes, se caracterizan por presentar vientos inferiores a los 118 km/hr.

Los nortes, que hacen su aparición de noviembre a marzo, son masas de aire polar con velocidades altas que hacen descender la temperatura y ocasionan precipitaciones; generalmente van acompañadas por rachas de vientos que alcanzan los 100 km/hr.

Las suradas o surestes, son fenómenos meteorológicos de poca frecuencia y duración en los que el viento dominante proviene del sureste y se desplaza al noroeste con velocidades que llegan a alcanzar los 60 km/hr y rachas de 80 km/hr.

#### 4.3.1.2. Suelos (Tipos de Suelo y grado de susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica.)

##### **Leptosoles (Litosoles)**

De acuerdo con la clasificación actualizada de la FAO/UNESCO (2006) y modificada en el 2007 para la cuenca 32A, (subcuenca “d”) en específico la zona norte de Quintana Roo, se reportan el grupo de suelo denominado Leptosoles.

Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: **Litosoles** del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); subgrupos *Lítico* del orden *Entisol* (Estados Unidos de Norteamérica); *Leptic Rudosols* y *Tenosols* (Australia); y *Petrozems* y *Litozems* (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las **Rendzinas**, y aquellos sobre otras rocas, a los *Rankers*. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

##### **Distribución regional de Leptosoles**

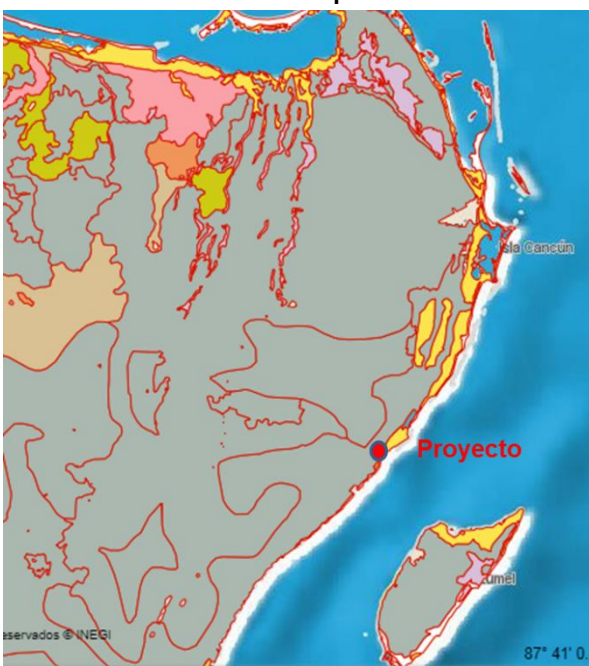
Los Leptosoles son el GSR (Grupo de Suelos de Referencia) más extendido sobre la tierra, extendiéndose alrededor de 1 655 millones ha. Los Leptosoles se encuentran desde los trópicos hasta la tundra fría polar y desde el nivel del mar hasta las montañas más altas. Los Leptosoles están particularmente extendidos en áreas de montaña, notablemente en Asia y Sudamérica, en los desiertos de Sahara y Arabia, la Península Ungava del norte de Canadá y en las montañas de Alaska. En otras partes, los Leptosoles pueden encontrarse sobre rocas que son resistentes a la meteorización o donde la erosión ha mantenido el paso con la formación de suelo, o ha removido la parte superior del perfil de suelo. Los Leptosoles con *roca continua* a menos de 10 cm de profundidad en regiones montañosas son los Leptosoles más extendidos.

##### **Manejo y uso de Leptosoles**

Los Leptosoles son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. Los Leptosoles a los que aplica el calificador Réndzico están plantados con teca y caoba en el Sudeste Asiático; los que están en zonas templadas están principalmente bajo bosque caducifolio mixto mientras que los Leptosoles ácidos comúnmente están bajo bosque de coníferas. La erosión es la mayor amenaza en las áreas de Leptosol, particularmente en regiones montañosas de zonas templadas donde la alta presión de población (turismo), la sobreexplotación y creciente contaminación ambiental llevan al deterioro de bosques y amenazan grandes áreas de Leptosoles vulnerables. Los Leptosoles en pendientes de colinas generalmente son más fértiles que sus contrapartes en tierras más llanas. Uno o unos pocos buenos cultivos podrían tal vez producirse en tales pendientes, pero al precio de erosión severa. Las pendientes pronunciadas con suelos someros y pedregosos pueden transformarse en tierras cultivables a través del aterrazado, remoción manual de piedras y su utilización como frentes de terrazas. La agroforestación (una combinación o rotación de cultivos arables y árboles bajo control estricto) parece promisorio, pero

está todavía en una etapa muy experimental. El drenaje interno excesivo y la poca profundidad de muchos Leptosoles pueden causar sequía aún en ambientes húmedos.

**Figura 4. 6. Distribución de los GSR a nivel regional. En gris y con mayor cobertura se observan los Leptosoles.**



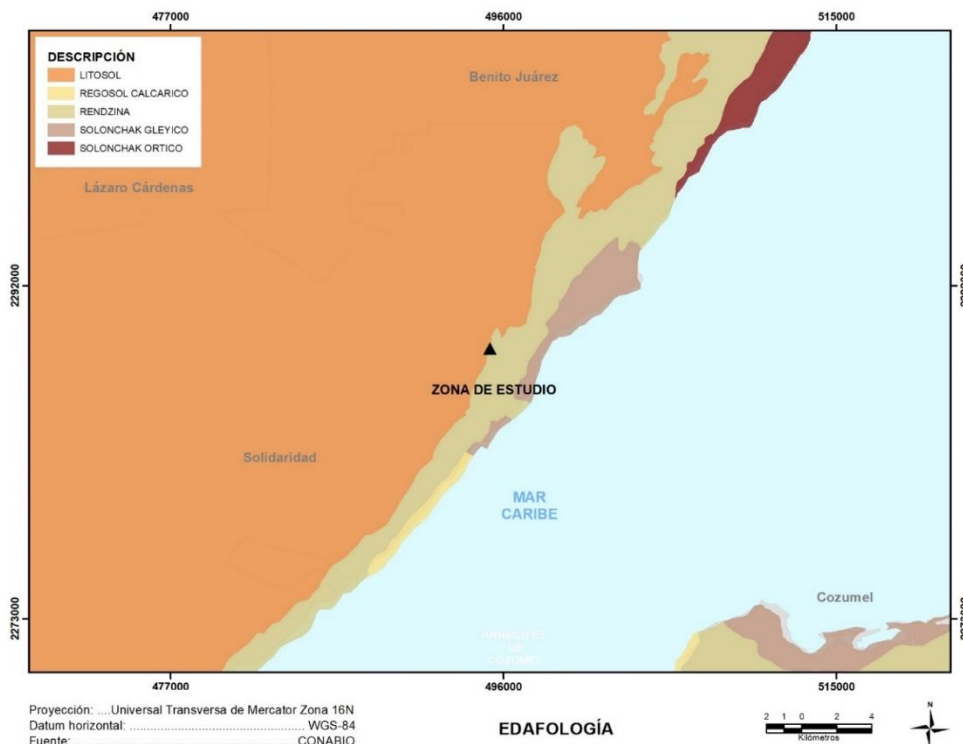
De acuerdo con la cartografía del INEGI, 2002-2007 y estudios hidrológicos de Quintana Roo, 2002, para la cuenca 32A, (subcuenca "d"), se reportan las siguientes asociaciones de suelo el cual se describe una síntesis de forma general de los más importantes.

El primer grupo (Zo+Rc/1) Zolonchak órtico más Regosol calcárico con textura gruesa. Este grupo de suelo se distribuye sobre la barra arenosa paralela a la costa tiene un ancho de aproximadamente de 20 a 50 m, y en algunos lugares hasta 100 m, en el se distribuye por lo general la duna costera y en las partes de las zonas inundables se distribuye el humedal.

Segundo grupo Leptosoles: (E +I/2) Rendzina más Litosol con textura media. Este grupo de suelo se distribuye con mayor presencia en la zona norte en este se puede observar desde selva baja, selva mediana y vegetación secundaria además de establecimiento de cultivos. **En este tipo de suelo se ubica el predio de interés.**

Tercer grupo (I+Rc+E/2) Litosol más Regosol calcárico más Rendzina con textura media. Este grupo de suelo se distribuye en una pequeña franja paralela a la costa norte y hasta la laguna de Nichupté.

**Figura 4. 7. Distribución de los tipos de suelo para la Cuenca Hidrológica Forestal y Sistema Ambiental Regional.**



### Estado de conservación del suelo

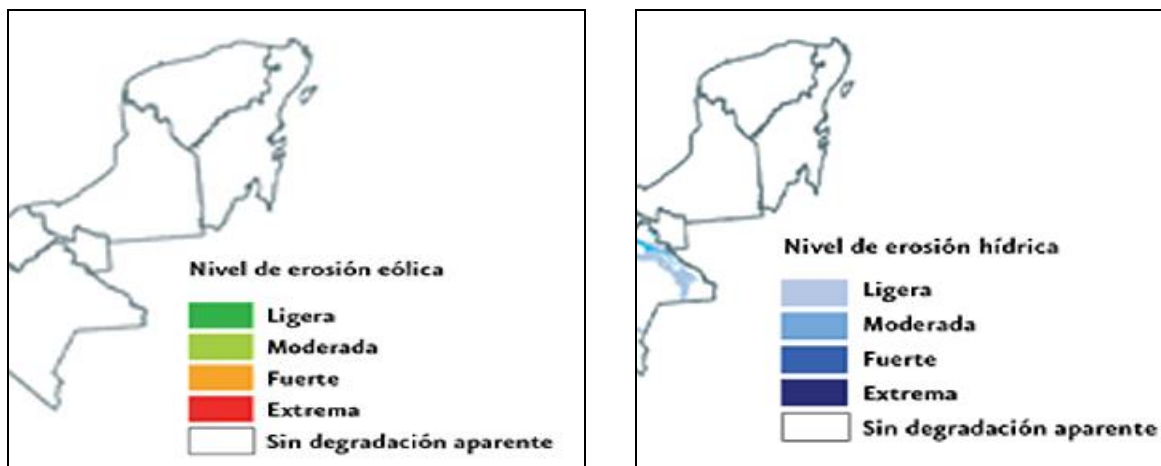
La cubierta vegetal juega un papel muy importante en la cobertura de la cuenca 32A, (subcuenca “d”) tal es el caso que al desmontar y/o impactarla por algún acontecimiento ciclónico o de otra naturaleza el suelo queda expuesto a sufrir erosión, sin embargo este proceso es relativamente rápido ya que es utilizado para otro objetivo ya sea construcciones, actividades agropecuarias o se inicia un proceso de recuperación por lo que es importante mencionar que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación en la zona por el paso de estos fenómenos, esta se encuentra en franco proceso de recuperación por lo que el suelo muy pocas veces se queda sin cubierta vegetal y la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente.

Además de acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales (2008) de la SEMARNAT<sup>3</sup>, se reconoce que prácticamente toda la Península de Yucatán está incluida dentro de una zona definida como nula en términos de erosión hídrica potencial ya que esta alcanza un valor menor a los 5 ton/Ha/año. Además de que la erosión eólica potencial alcanza el mismo valor solamente que este corresponde únicamente con la zona norte del estado Quintana Roo.

De manera adicional, en el mismo informe se registra la erosión hídrica y eólica generada en esta misma región en el 2002, por lo que se cataloga a la Península como una zona sin degradación aparente (Figura 4. 8).

<sup>3</sup> [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_2008/03\\_suelos/cap3\\_2.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_2.html)

Figura 4. 8. Niveles de erosión eólica (izquierda) e hídrica (derecha) en la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2008).



En lo que respecta al grado de conservación del suelo, las condiciones naturales del sitio, no presentan problemas de erosión, ya que no hay pendientes muy pronunciadas, ni escurrimientos provocados por cárcavas o grietas. De igual manera en la cuenca 32A, (subcuenca d”) se encuentra cubierta de vegetación de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea en avanzado grado de recuperación que protege la capa de suelo presente y contribuye a su formación.

#### 4.3.1.3. Características fisiográficas del terreno (topografía, pendiente, relieve)

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.

**Figura 4. 9. Representación de las provincias y subprovincias fisiográficas a nivel regional.**



La subprovincia Carso Yucateco, donde se ubica la cuenca 32A (subcuenca "d"), cubre una mayor extensión de superficie del estado llegando hasta la costa norte de la entidad, en donde se ubica el predio de interés, desde el punto de vista topográfico se trata de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestada por la presencia de rasgos de disolución. Durante el cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación de playas y dunas arenosas.

Esta subprovincia se distingue por su topografía cárstica, la cual presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (localmente denominadas cenotes) y en algunas de las cuales se asoma la superficie freática. Casi en toda su

extensión carece de sistema de drenaje superficial, generalmente es una llanura con piso rocoso segmentado y salino con presencia de playas y duna costera.

**Figura 4. 10. Provincias y subprovincias fisiográficas de la Cuenca Hidrológica Forestal y Sistema Ambiental Regional.**



### **Relieve del terreno, elevaciones, cerros, montañas, porcentajes mínimos y máximos de pendiente y exposiciones predominantes.**

La cuenca 32A (subcuenca "d") se encuentra dentro de la subprovincia Carso Yucateco, esta subprovincia se distingue por una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente (del 5%) descendente hasta el nivel del mar (oriente), con un relieve de pequeñas ondulaciones en que se alternan crestas y depresiones conformando elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste (colindante hacia el estado de Yucatán).

Dada la solubilidad de las rocas son frecuentes las depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, muestran en términos generales una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en su extensión de un sistema de drenaje superficial.

#### **Pendiente media**

La zona norte de la entidad presenta en su parte media y occidental depresiones pequeñas de menor relieve, casi planas, con altitudes de hasta 20 msnm, con relativo decremento hacia la costa. La zona de estudio tiene una ligera pendiente del 0.5%, considerándola como poco significativa.

#### **Relieve**

Quintana Roo presenta una composición geológica más o menos homogénea en toda su extensión. Además, es relevante mencionar las condiciones del relieve y las características del comportamiento hidrológico superficial y subterráneo que muestran una serie de relaciones recíprocas que resulta prácticamente imposible hablar de un solo aspecto.

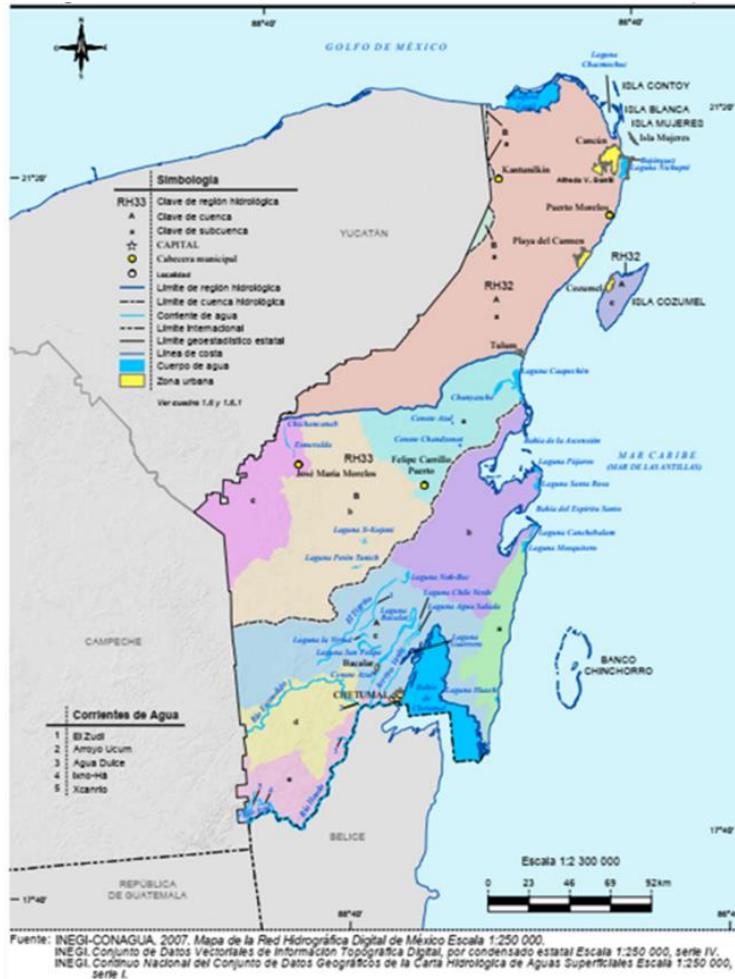
Hacia el noroeste de la entidad el relieve desciende con una ligera pendiente hacia el oriente, presenta alturas máximas de 22 msnm en su parte suroeste; muestra un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones, característico de la carsticidad de la roca caliza que lo conforma, representando desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, en algunas de las cuales asoma la superficie freática (cenotes), presenta también áreas inundables, localizándose las más extensas de ellas en la porción norte del estado.

Por la parte centro oriental del estado se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente con reducida elevación sobre el nivel del mar, en esta área existen cenotes de gran tamaño varias lagunas y vastas áreas inundables algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

#### **4.3.1.4. Hidrografía**

De acuerdo con estudios hidrológicos del estado (INEGI, 2002) y la Comisión Nacional del Agua (CNA), la zona que comprende la cuenca 32A (subcuenca "d") Riviera Maya, en la que se incluye el tramo Playa del Carmen Puerto Morelos y su área de influencia, se caracteriza por tener precipitaciones mayores de los 1000 mm anuales así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y al relieve del mismo que es sensiblemente plano.

Figura 4. 11. Hidrografía del Estado de Quintana Roo.



Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

Desde el punto de vista geohidrológico en la región, se consideran como representativas las definiciones de los acuíferos hechos por EXYCO (1990). En la figura, se muestran los fracturamientos principales y secundarios del estado de Quintana Roo y se definen las direcciones de flujo basado en la geología estructural. A su vez estas direcciones de flujo son corroboradas y validadas mediante métodos geohidrológicos. (CAPAGHCI.C.2010)

El flujo regional es de la parte Oeste del estado de Quintana Roo y fluye por medio del fracturamiento principal y secundario hacia las costas.

Por lo anterior y de acuerdo con los datos del INEGI (2001), en el estado de Quintana Roo, el 80% de la precipitación anual que se registra se infiltra hacia el subsuelo a través de grietas que existen en la masa rocosa. Se considera que un 72.2% del agua infiltrada (unos 35,000 Mm<sup>3</sup>/año), es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática, para posteriormente ser



extraída por la transpiración de las plantas, el otro 27.8 % contribuye a la recarga efectiva del acuífero, aportando unos 13,500 mm<sup>3</sup>.

### Ríos subterráneos.

El flujo de las aguas subterráneas en las rocas carbonatadas, calizas fosilíferas y coquinas, se realiza a través de los espacios; tales como: poros, microfracturas, fracturas, grietas, cavidades o grutas subterráneas; todas ellas de origen cárstico. La mayor o menor conexión de los espacios determina la permeabilidad del subsuelo y la distribución o tendencia preferente de los espacios determina la dirección del flujo y la homogeneidad del nivel freático.

Para la región el flujo de las aguas subterráneas tiene una dirección sensiblemente hacia el Norte, aunque con una tendencia hacia el Este y Sureste (tal y como se registra en la Carta Aguas Subterráneas Cozumel F-16-11 del INEGI (1984). Asimismo, la profundidad del nivel estático oscila entre los 8 y 10 msnm, disminuyendo de 1 a 6 m hacia Oriente.

Figura 4. 12. Dirección del flujo hidrológico subterráneo en la Península de Yucatán.



Hacia la porción sur de la subcuenca “d” y en el área de Tulum y fuera del área de influencia del proyecto, han sido explorados poco más de 630 kilómetros de cuevas subacuáticas, mapeados en casi 35 años de exploración. Por lo que se ha ubicado la cueva subacuática más larga del planeta que se extiende por más 360 km a una profundidad media de 21 m y una máxima de 120 m en una oquedad profunda llamada “El Pit”

Asimismo, se ubica el Sistema Sac Aktun, que descarga el agua de lluvia infiltrada a través de la roca hacia el Mar Caribe en ojos de agua y en caletas como Xel Ha y Yalkú. Cuando desciende el nivel del mar, las cuevas antes llenas de agua se llenan de aire, perdiendo soporte y provocando el colapso y derrumbe del techo en diferentes secciones, creando puntos de acceso a la cueva. El Sistema Sac Aktun cuenta con más de 220 cenotes.<sup>4</sup> El área que contiene a *Sac Aktun* tiene una densidad de cuevas de 2.9 km/km<sup>2</sup>.

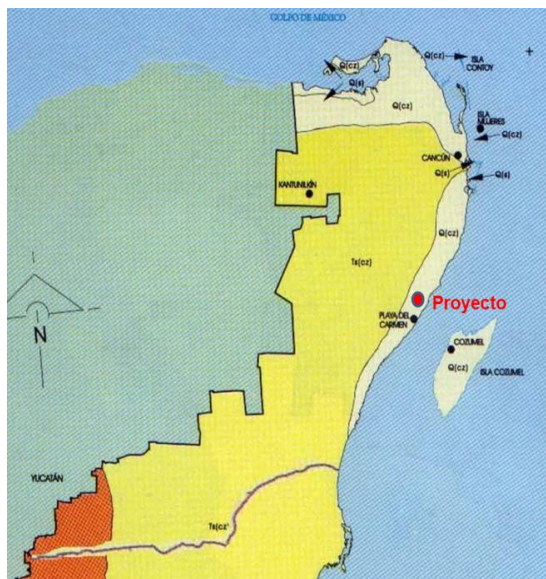
Un poco más al sur de la ciudad de Tulum, se ubica el sistema *Ox Bel Ha*, donde la densidad de cuevas alcanza 5.2 km/km<sup>2</sup>. Estos sistemas de cuevas mantienen el balance hidrológico de la zona descargando el agua infiltrada de la lluvia hacia el Mar Caribe.

#### 4.3.1.5. Geología

El marco geológico de Quintana Roo está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en los periodos Terciario y Cuaternario, en los últimos 66 millones de años. Las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso; datan del Paleoceno al Eoceno (66-52 millones de años), y afloran en la porción sur del estado, presentando espesores de varios cientos de metros. Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad, se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años), cuyo espesor promedio es de hasta 185 m.

<sup>4</sup> <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/category/hidrologia/>

Figura 4. 13. Tipos geológicos a nivel regional.



La porción norte del estado, que corresponde a la cuenca 32A (subcuenca “d”) en donde se ubica la Riviera Maya, y el predio de interés las capas geológicas superiores sobreyacen a calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52–43 millones de años) y sedimentos de tipo arcillosos y depósitos evaporíticos que rellenaron depresiones existentes durante el Terciario Superior y el Cuaternario (en los últimos 23 millones de años).

Las rocas más jóvenes que forman la geología superior son de edades del Pleistoceno reciente. Afloran en áreas dispersas, las coquinas, calizas y depósitos del litoral arenoso-arcilloso se pueden observar en la franja costera; mientras que el material residual arcilloso y calichoso es producto de alteraciones de espesor reducido en las áreas anteriores. El nivel del agua comienza a ascender y alcanza su mayor velocidad en el Pleistoceno, como consecuencia del aumento de la temperatura y la

retirada de los hielos en la última glaciación.

### Geología Estructural.

Las investigaciones realizadas en la Península de Yucatán por la Sociedad Geológica de Nueva Orleans, revelan tres zonas principales de fracturamiento y fallamiento, y que estructuralmente caracterizan al estado.

El análisis estructural de la región, presentado por el Estudio Hidrológico de Quintana Roo (INEGI, 2002), indica que los rasgos observados tienen orientaciones preferenciales asociados a las estructuras mencionadas de dirección NE-SW y NW-SE.

Los rasgos estructurales más notables se exhiben en dos direcciones básicamente en el sur, una que corresponde principalmente a fracturas y que presenta la falla de mayor extensión alineándose de noroeste a sureste, la otra se relaciona con la orogénesis del Eoceno Superior, durante esta fase tectónica compresiva se afectó notablemente a las Antillas y en la Península solo se produjo un abombamiento y mínimas deformaciones el cual se representa en la costa maya.

### Litología.

La constitución geológica del norte del estado de Quintana Roo, (cuenca 32<sup>a</sup>, subcuenca “d”), es de tipo calcáreo y de relativamente, reciente emersión, con elevado contenido de rocas sedimentarias marinas calizas, con abundante pedacería y fragmentos diminutos de conchas, coral y arena gruesa de origen biogénico.

Esta región está situada sobre un lecho calcáreo que data del Pleistoceno Tardío (hace 20,000 – 25,000 años). A lo largo de la costa, el lecho rocoso está cubierto por un depósito de material poco firme conformado por arena en las playas en el litoral- y lodos con un alto contenido de materia orgánica en los humedales detrás de la costa, ambos se formaron durante el presente ciclo de sedimentación (desde el Holoceno hace 5,000 años hasta la actualidad).

La porción norte de Quintana Roo, que comprende la cuenca 32A (subcuenca "d") desde el punto de vista geológico, corresponde al Terciario Superior Ts (cz).

Terciario Superior Ts (cz), esta formación descansa concordante con la Estero Franco sobre la de Bacalar, o en discordancia sobre las rocas del Eoceno. Esta unidad se localiza desde la Bahía de Chetumal hasta casi llegar al litoral norte del estado cubriendo la mayor parte de este. Unidad en la que quedan comprendidas las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto asignada al Mioceno Superior- Plioceno formadas por calizas macrocristalinas y de diferentes texturas: biomicrita, ooespatita, oolinita o biocalcarenita de facies de plataforma somera y color café claro amarillo, rojo y blanco. Está constituida por una calcirudita fosilífera de aproximadamente un metro de espesor que contiene abundantes fragmentos de corales, equinodermos, pelecípodos y gasterópodos además de foraminíferos entre otros, también se encuentran calizas compactas con Peneroplidae del género Archaias considerado como fósil índice de esta formación y calizas arcillosas que al alterarse producen arcillas rojas lateríticas.

El predio donde se ubica el proyecto, corresponde al Cuaternario Q (cz) que está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas.

Figura 4. 14. Mapa de geología para la Cuenca Hidrológica Forestal y Sistema Ambiental Regional del proyecto.



### 4.3.2. Elementos biológicos de la Cuenca Hidrográfica Forestal y Sistema Regional Ambiental

#### 4.3.2.1. Vegetación

De acuerdo con Flores y Espejel (1994,) el estado de Quintana Roo posee ocho tipos de vegetación, todos ellos de carácter tropical; como son: selva alta subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja subperennifolia, vegetación de dunas costeras, manglar, palmar, tular y vegetación secundaria. Además, como vegetación inducida se encuentran el pastizal cultivado y agricultura de temporal.

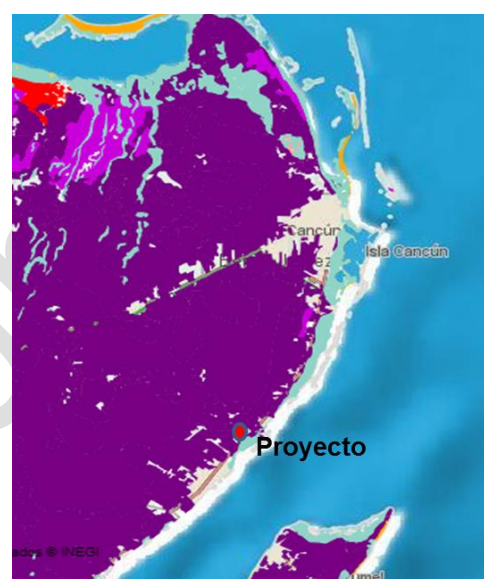
Con respecto a los orígenes de la flora, se ha registrado en el Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín en Puerto Morelos (Escalante, 2000), que esta corresponde a ocho patrones de distribución. Por lo que se pueden encontrar especies endémicas a la Península de Yucatán hasta especies de distribución pantropical que incluye los reinos neotropical y paleotropical (África y/o Australasia)

Además, se debe considerar que la franja que corresponde al corredor Cancún-Tulum abarca diferentes tipos de vegetación como son manglar, selva baja, selva mediana y claros (González-Romero y López-González, 2000), aunque se debe de agregar la vegetación costera como la correspondiente al matorral costero y de dunas.

De manera general, solamente existen algunos documentos con información básica. De tal manera, que los principales estudios se han enfocado en los aspectos fisonómicos de la selva mediana subperennifolia, misma que se considera como la vegetación dominante y típica de la zona Norte de Quintana Roo. Sobre esta vegetación, Sánchez (1987) reporta el análisis de las características estructurales de la selva mediana subperennifolia en el Jardín Botánico "Alfredo Barrera Marín". En este estudio se reportan datos sobre densidad, frecuencia, dominancia e índices ecológicos que son propios de este tipo de ecosistema, solo que no se hace ninguna consideración sobre las modificaciones que suelen manifestarse dentro de esta vegetación por el desarrollo de actividades productivas.

Por su parte, Whigham *et al.*, (1990), dieron a conocer los patrones de crecimiento de las especies arbóreas en el Rancho San Felipe, localidad ubicada a 7 km al sur de Puerto Morelos. En este documento se señala la existencia de una íntima relación entre el factor crecimiento con los porcentajes de precipitación mensual y anual que se dan en la zona. Asimismo, Whigham *et al.* (1991), Trejo (1996) y Sánchez, *et al.*, (2000), realizaron una serie de evaluaciones sobre los efectos en la estructura de la vegetación de la selva mediana subperennifolia, ocasionados por el paso del Huracán Gilberto en 1988, señalando los destrozos que este fenómeno produjo en la zona.

Figura 4. 15. Distribución de los tipos de vegetación nivel regional. Con mayor cobertura la vegetación de selva de tipo subperennifolia



**Descripción de los tipos de vegetación presentes en la unidad de análisis (cuenca 32A subcuenca "d") de acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI INEGI.**

La vegetación de la cuenca 32A (Quintana Roo), (subcuenca "d") y en específico la zona norte del estado de Quintana Roo, de acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI (2017), presenta un mosaico de comunidades vegetales que responden a un conjunto de condiciones edáficas, geomorfológicas, microclimáticas y antropogénicas.

A lo largo de la subcuenca se pueden observar ecosistemas costeros como humedales y en la medida que cambia la elevación se puede observar la selva y vegetación secundaria en general producto de las diferentes actividades realizadas por las poblaciones cercanas.

De este a oeste, el patrón general de distribución de los ecosistemas en la cuenca, es el siguiente:

- Duna costera (VU)
- Manglar (VM)
- Tular (VT)
- Cuerpos de agua (H2O)
- Selva Baja subcadufolia (SBS)
- Selva mediana subperennifolia (SMQ)

Figura 4. 16. Distribución de los tipos de vegetación en la Cuenca Hidrológica Forestal y Sistema Regional Ambiental.



- **Duna costera. (VU)**

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI (2017) y a la guía de interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014. Esta comunidad vegetal se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por la presencia de plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomea pes-caprae*), alfombrilla (*Ambrosia marítima*), (*Croton ssp.*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etc., También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceto (*Randia sp*), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis julifera*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp*) entre otros.

En particular para la cuenca 32A, esta vegetación se encuentra en las zonas de playa en la costa, donde se ve interrumpida por la selva que a la vez se mezcla con el manglar, se encuentra distribuido en franjas de entre 30 y 100 m de ancho, dentro de esta vegetación se puede observar dos tipos de asociaciones las cuales se distinguen de acuerdo con la dominancia de especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas.

- **Manglar (VM).**

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas, conocidas como mangles que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con clima cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud.

Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre sin ser necesariamente plantas halófilas.

Los mangles son especies perennifolias y el estrato y el estrato dominante que forma es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarboreo o hasta arbustivo, las alturas de los mangles pueden variar, de manera general desde 1 hasta 30 metros.

En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado o negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

Para la cuenca 32A, los manglares, en general presentan dominancia de al menos 3 especies de las cuatro presentes en la Península de Yucatán con diferentes alturas que van desde 1 hasta 8 m. asociado entre sí, se desarrollan a manera de mosaicos en el que en ocasiones es difícil diferenciar una comunidad de otra, dada la gran mezcla de elementos que lo constituyen. Sin embargo, puede observarse una transición desde las áreas de tierra firme sobre todo por el verde intenso del mangle todo del año.

- **Tular (VT).**

Es una comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 80 cm hasta 2.5 m de altura.

Este tipo de vegetación está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha ssp*), y tulillo (*Scirpus spp*), pero también incluye los llamados carrizales de *Phragmites communis* y *Arundo donax* y los “saibadales” de *Cladium jamaicense* del sureste del país.

En general tanto el tular forma parte de las zonas inundables de la cuenca 32A, representando una menor proporción que a decir verdad en la escala a la que se presenta la serie V, no son cartografiables.

- **Cuerpos de agua (H<sub>2</sub>O)**

Los cuerpos de agua permanentes en la cuenca 32A son pocos, sobre todo las lagunas que se encuentran en las inmediaciones de la costa, como Laguna Nichupté.

- **Selvas. (tipos de vegetación)**

De acuerdo con la guía para la interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014. Los diferentes tipos de vegetación que se presentan, su agrupación se basa en afinidades ecológicas, florísticas y fisonómicas, considerando que estas se agrupan en primera instancia por cuestiones climáticas, aunque en ocasiones los aspectos edafológicos, geológicos y topográficos toman una especial relevancia.

Otro aspecto que considera el sistema de clasificación es el que se denomina *Desarrollo de la Vegetación* que agrupa a la vegetación por su grado de afectación, ya sea por causas naturales o antropogénicas, así pues, se habla de vegetación primaria, esto es sin disturbio o bajo nivel de este o secundaria, que es aquella que debido a perturbaciones ha sido modificada y presenta el proceso de sucesión.

**Desarrollo de la vegetación:** Este concepto se refiere a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera lo siguiente:

- Vegetación primaria: es aquella en que la vegetación no presenta alteraciones significativas o la degradación no están manifiesta.
- Vegetación secundaria: Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

Por otra parte, de acuerdo con INEGI (2014), actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida.

A causa de la complejidad de definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística y ecológica y su difícil interpretación aun en campo, se consideran con base en las formas de vida presentes y su altura tres fases:

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación Secundaria arbórea

- **Selva baja subcaducifolia (SBS)**

De acuerdo con Miranda, 1958. (Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán) la selva baja alcanza alturas entre 8 y 15 m, pero en general es más baja (6-8 m), distinguiéndose por la continua presencia de la elegante palma llamada yaxhalalche' o kuka' (*Pseudophoenix sargentii*) intercalada en mayor o menor abundancia con la despeinada (*Beucarnea plibilis*).

Esta palma se encuentra a lo largo de la costa noreste de la Península, cerca de Puerto Morelos Quintana Roo, y la región del Cuyo en Yucatán, colindando con la selva subperennifolia de zapote con chit. En la selva baja decidua con *Pseudophoenix* eran frecuentes la *Beucarnea plibilis*, *Eugenia sp*, *Guayacum santum* y *Plumeria obtusa* entre otros.

De acuerdo con los estudios hidrológicos de Quintana Roo (INEGI 2002), la selva baja subcaducifolia se ubica entre los poblados de Felipe Carrillo Puerto, Tulum y una porción de Puerto Morelos en la costa centro-norte de Quintana Roo, esta selva limita principalmente con la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea.

El estrato superior típico lo componen elementos de 6 a 8 m de altura como: chechem (*Metopium brownei*), pomolché (*Jatropha gaumeri*), chaca (*Bursera simaruba*) y chicozapote (*Manilkara zapota*).; en el estrato intermedio corresponde a elementos de 3 a 5 m, como, flor de mayo (*Plumeria rubra*), despeinada (*Beucarnea plibilis*), kuka (*Pseudophoenix sargentii*) y en el estrato inferior se encuentran especies de 1 a 2 m, como subín (*Acacia cornigera*), pata de vaca (*Bauhinia divaricata*), etc.

De acuerdo con la guía para la interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014, la selva baja subcaducifolia se distribuye al poniente de Yucatán, al norte de Quintana Roo y en la Costa Maya.

Los climas en que se desarrollan son los del tipo Semicálido subhúmedo y Seco semicálido con temperaturas que oscilan entre los 16°C y los 36°C se desarrollan a una altitud entre los 50 a 100 msnn sobre suelos poco desarrollados y profundos.

Fisonómicamente es semejante a la selva baja caducifolia, excepto en que los árboles dominantes conservan por más tiempo el follaje a causa de una mayor humedad edáfica. Impactan visualmente los elementos de *Beucarnea plibilis* y *Pseudophoenix sargentii*.

El estrato superior típico lo componen en elementos con 5 o 6 metros de altura como chechem negro (*Metopium brownei*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), pomolche' (*Jatropha gaumeri*), chaka (*Bursera simaruba*), ya'axnik (*Vitex gaumeri*), sak-katsim (*Mimosa bahamensis*), kitanche (*Caesalpinia gaumeri*), akits (*Thevetia gaumeri*), boob (*Coocoloba barbadensis*), en el estrato intermedio tiene a elementos de 2 a 3 metros de altura como nance (*Byrsonimia crassifolia*), flor de mayo (*Plumeria rubra*), ts'ipil (*Beucarnea plibilis*), palma kuka (*Pseudophoenix sargentii*),



palma de guano (*Sabal yapa*), katalox (*Swartzia cubensis*), chi'may (*Pitecellobium dulce* y *P. albicans*) y *Crotón ssp.* En el estrato inferior se encuentran especies de 1 a 2 m de altura como: subín (*Acacia sp.*), pata de vaca (*Bauhinia sp.*) y subinche (*Platimisia yucatanum*).

Son especies importantes: boxchechen (*Metopium brownei*), tzalam (*Lysiloma latisiliqua*), ts'ipil (*Beucarnea plibilis*), kuka (*Pseudophoenix sargentii*), ki, babki (*Agave angustifolia*), chaka (*Bursera simaruba*), tskam (*Nopalea gaumeri*), ch'om (*Bromelia pinguin*), boob (*Coccoloba sp.*) y akits (*Thevetia gaumeri*).

En la cuenca 32A y específicamente la subcuenca "d" este tipo de vegetación comprende una porción que se distribuye paralela la carretera federal en el tramo Tulum – Akumal, es una selva baja subcaducifolia en donde los elementos componentes principales son la palmas (*Pseudophoenix sargentii*, *Coccothrinax readii* y *Thrinax radiata*), así como chicozapote (*Manilkara zapota*), el chaca (*Bursera simaruba*) la despeinada (*Beucarnea plibilis*) y flor de mayo (*Plumeria rubra*). Esta vegetación se encuentra con cierto grado de perturbación al estar sometida a la presión principalmente por el ruido que ocasionan el flujo vehicular de la carretera federal y de los turistas que ingresan a los desarrollos colindantes, así mismo los impactos ocasionados por los huracanes en años anteriores se hacen presente, pues se observa árboles y arbustos caídos, quebrados y descopados en la zona.

Esta vegetación en general tiene una altura de entre 4 a 6 m y algunos individuos de palma kuka (*Pseudophoenix sargentii*) que llegan alcanzar hasta los 8 m de altura sobresaliendo del dosel, así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presente en la vegetación.

- **Selva mediana subperennifolia (SMQ)**

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI y a la guía de interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, del INEGI 2014. Los componentes arbóreos de este tipo de vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50% se desarrolla en lugares con climas cálido húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28°C. La precipitación total anual del orden de 1000 a 1600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 m de altitud. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas carsticas.

Los arboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epifitas y lianas. Los arboles tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva se distinguen tres estratos arbóreos de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran varios tipos de palmas.

Son especies importantes de este tipo de selva tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), ox, ramón (*Brosimum alicastrum*) chaka, palo mulato, etc. (*Bursera simaruba*), chicozapote (*Manilkara zapotata*), yaaxnic (*Vitex gaumeri*), pukte (*Bucida buceras*), jaasche (*Alseis yucatanensis*), pichiche (*Psidium sartorianum*), alzaprima (*Carpodiptera floribunda*). Las epifitas más comunes son alguno helechos y musgos abundantes orquídeas, bromelias y aráceas

Se distribuye en Yucatán, Quintana Roo, (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche, Jalisco, Veracruz, Chiapas, Colima, Guerrero, y Oaxaca.

Este tipo de vegetación cubre prácticamente toda la cuenca 32A con excepción de la zona costera de la misma, en donde prevalece la zona inundable, y una pequeña porción de selva baja, presenta cierto grado de disturbio por los ya numerosos asentamientos humanos, y las actividades agropecuarias (vegetación secundaria arbórea), como la milpa, la ganadería y otras actividades como los bancos de préstamo que han cambiado su composición natural.

Los árboles que componen este tipo de vegetación en la cuenca presentan diferencias de alturas que van de los 8, 10 y hasta 15 m, en esta asociación se observa la presencia de palmas formando parte del estrato bajo y medio, algunas especies arbóreas presentan contrafuertes y por lo general poseen epifitas y lianas, las especies importantes de este tipo de vegetación son: *Lysiloma latisiliquum*, (Tzalam), *Brosimum alicastrum* (ramón), *Bursera simaruba* (Chaká), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Vitex gaumeri* (ya'axnic), *Alseis yucatanensis* (ja'asche) entre otros.

Así también se menciona que esta asociación vegetal al igual que toda la cobertura forestal del estado ha sufrido del impacto de los diversos fenómenos naturales que con el paso de los años han afectado a la región y en específico la cuenca 32A, es por ello por lo que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados además de procesos de regeneración natural

De acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la INEGI serie VI, y las observaciones realizadas, la vegetación que cubre prácticamente todo la cuenca y en específico la subcuenca "d" donde se ubica el predio y que será afectada corresponde una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades entre ellas la agropecuaria a través de los años. Mismas que fueron abandonadas hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región. De esta manera, se considera que este ecosistema en si corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que por ahora se encuentran ausentes.

A diferencia de los parámetros de altura que se manifiestan en la serie VI (INEGI), para este tipo de vegetación esta se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan hasta 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo sea aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968).

Actualmente se observa a esta zona como una selva mediana con vegetación secundaria arbórea en grado medio de conservación con una diferencia de altura, es decir al frente o cerca de la carretera federal se observa la vegetación con alturas de 5 a 6 m y en la medida que se adentra un km al fondo se observa alturas de hasta 10 m. con dominancia de especies características tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), jabin (*Piscidia piscipula*) xul (*Lonchocarpus xuul*), kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), entre otros, así también el ficus (*Ficus conitifolia*), chechem (*Metopium brownei*), chacá (*Bursera simaruba*) y además de la poca presencia de las palmas chit (*Thrinax radiata*), y nakas

(*Coccothrinax readii*) y la presencia de algunos relictos de chicozapote (*Manilkara zapota*), así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presente en la vegetación. Así como la presión que ejerce la población circundante de lado de las colonias populares, el cual se refleja en la extracción de madera de diámetros delgados, la extracción de tierra para jardín, la acumulación de basura a la orilla.

Para conocer el estado en que se encuentra la vegetación de selva mediana subperennifolia de la cuenca 32A (subcuenca “d”), se eligió el área a un predio cercano dentro del macro proyecto (Ximbal) al que le denominaremos Predio Particular (**unidad de análisis**), en este se realizó el muestreo correspondiente tomando como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y procedimientos. Acuerdo México – Alemania. Basado en sitios circulares (parcelas de 500 m<sup>2</sup>) y cuyas coordenadas de los sitios son las siguientes:

**Tabla 4. 4. Coordenadas de los sitios de muestreo de la unidad de análisis (subcuenca d)**

| Lineas | Sitio | X      | Y       |
|--------|-------|--------|---------|
| 1      | 1     | 495216 | 2287919 |
|        | 2     | 495172 | 2287940 |
|        | 3     | 495121 | 2287955 |
| 2      | 4     | 495177 | 2287987 |
|        | 5     | 495128 | 2287976 |
|        | 6     | 495075 | 2287953 |
| 3      | 1     | 495184 | 2287861 |
|        | 2     | 495169 | 2287823 |
| 4      | 1     | 495140 | 2287885 |
|        | 2     | 495108 | 2287851 |
| 5      | 1     | 495070 | 2287878 |
|        | 2     | 495044 | 2287844 |

#### 4.3.2.1.1. Metodología detallada para el muestreo de vegetación de los tres estratos del área de la unidad de análisis (subcuenca d).

La toma de datos de campo se realizó de acuerdo con las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva mediana subperennifolia presente en el área de la unidad de análisis (cuenca), se levantaron 12 sitios circulares de 500 m<sup>2</sup> cada uno distribuidos en 5 líneas de muestreo. Esto dividido de la siguiente manera:

Para tal fin se utilizó un muestreo sistemático aplicando la técnica de muestreo por sitios circulares concéntricos con diferentes superficies (todos dentro de un mismo círculo) el cual suman una superficie total de 500 m<sup>2</sup>, es decir para el arbolado de 10 cm en adelante se utilizó el círculo con un radio de 12.62 m a partir del centro dando una total de 500 m<sup>2</sup>, para el arbolado entre 5 y 9.9 cm de diámetro se utilizó un círculo con un radio de 3 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 28.27 m<sup>2</sup> y para la regeneración que va desde nivel de suelo hasta los 4.9 cm de diámetro se utilizó un círculo de 1 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 3 m<sup>2</sup>.

En cada sitio se tomaron los parámetros siguientes:

- Sitio de 500 m<sup>2</sup>: todos aquellos arboles por especie con DAP (diámetro a la altura del pecho) de 10 cm en adelante.
- Sitio de 28.27 m<sup>2</sup>: Todos aquellos arbustos por especie con diámetros entre 5 y 9.9 cm.
- Sitio de 3 m<sup>2</sup>: Se contabilizaron los individuos por especie con diámetros de 1 hasta 4.9 cm.
- Se anotó el nombre común de las especies presentes en el levantamiento de datos.
- El Proceso de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste).

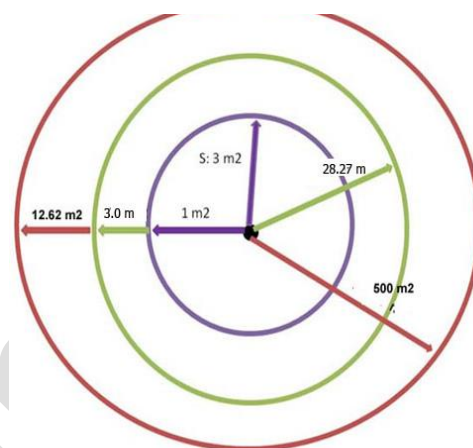
Es importante señalar que una vez obtenido la información de campo se procede a procesar dicha información clasificando el arbolado en general de acuerdo con su **forma biológica o forma de vida**, por lo que es entonces cuando se estructura el listado florístico por estratos ubicando así a cada individuo en el listado general según corresponda a **estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo**.

De esta misma forma y en base a la distribución de dichos individuos por sitio de muestreo se elabora la tabla correspondiente para obtener la frecuencia por sitio y esta a su vez, sirve para la obtención del IVI (Índice de Valor de Importancia) mismo que viene de forma detallada en el apartado correspondiente.

#### **Curva de especie área para la vegetación de selva mediana subperennifolia.**

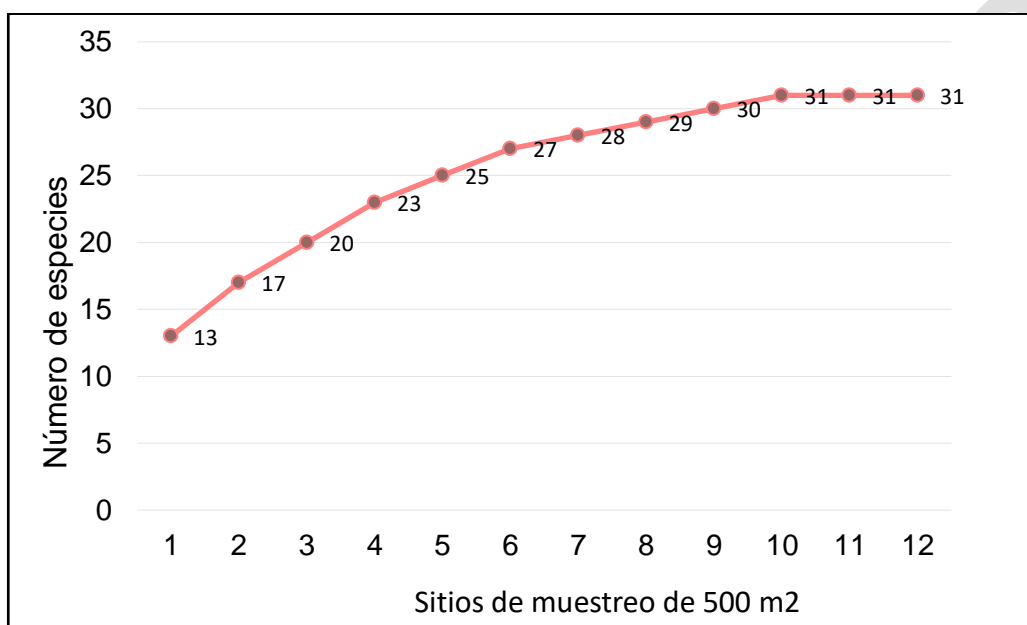
Ante la carencia de estudios específicos realizados en la zona y que señalen el tamaño del área de muestreo que habrá de permitir el mejor entendimiento de la estructura de la selva mediana

Figura 4. 17. Diseño de muestreo.



subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, se realizó el análisis de área mínima necesaria. De esta manera, en la siguiente Figura 4. 18, se muestra la relación obtenida, en donde se representa la superficie muestreada en total de 12 sitios circulares de 500 m<sup>2</sup> cada uno, con relación al número de especies arbóreas encontradas, observándose el patrón típico en donde se alcanza un máximo de acumulación de especies y al alcanzar la asíntota la curva se mantiene más o menos constante, lo cual indica que se ha encontrado el mayor número de especies que ahí se distribuyen.

Figura 4. 18. Curva especie-área para los sitios de muestreo realizados en la Cuenca Hidrológica Forestal.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, es evidente que para el estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea que se distribuye en el predio de interés, se requiere una superficie mínima de muestreo del orden de los 5,000 m<sup>2</sup>. De acuerdo con los datos anteriores, se considera que los resultados obtenidos a través del presente estudio son válidos y representativos, ya que se ha alcanzado una superficie muestreo de 6,000 m<sup>2</sup>.

Tabla 4. 5. Especies presente en la unidad de análisis por estratos

| #                      | Nombre común  | Especie                       | Familia       |
|------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| <b>Estrato arbóreo</b> |               |                               |               |
| 1                      | Grandillo     | <i>Platimisiium yucatanum</i> | Fabaceae      |
| 2                      | Alamo         | <i>Ficus cotinifolia</i>      | Moraceae      |
| 3                      | Shuul         | <i>Lonchocarpus xuul</i>      | Fabaceae      |
| 4                      | Boichic (Bop) | <i>Coccoloba spicata</i>      | Poligonaceae  |
| 5                      | Chaca         | <i>Bursera simaruba</i>       | Burseraceae   |
| 6                      | Tadzi         | <i>Neea psychotrioides</i>    | Hipocrataceae |
| 7                      | Tzalam        | <i>Lysiloma latisiliquum</i>  | Fabaceae      |
| 8                      | Kitanche      | <i>Caesalpinia gaumeri</i>    | Fabaceae      |

| #                        | Nombre común       | Especie                           | Familia        |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------|
| 9                        | Jabin              | <i>Piscidia piscipula</i>         | Fabaceae       |
| 10                       | Canchunup          | <i>Thouinia paucidentata</i>      | Sapindaceae    |
| 11                       | Silil              | <i>Diospyrus cuneata</i>          | Ebenaceae      |
| 12                       | Chechem            | <i>Metopium brownei</i>           | Anacardiaceae  |
| 13                       | Ya'axnik           | <i>Vitex gaumeri</i>              | Vitaceae       |
| 14                       | Palo sol           | <i>Blomia cupanioides</i>         | Sapindaceae    |
| 15                       | Zapote faisán      | <i>Sideroxylon salicifolium</i>   | Zapotaceae     |
| 16                       | Sipche             | <i>Bunchosia Swartziana</i>       | Malpighiaceae  |
| 17                       | Kanasin            | <i>Lonchocarpus rugosus</i>       | Fabaceae       |
| 18                       | Subinche           | <i>Acacia dolichostaquia</i>      | Fabaceae       |
| 19                       | Bolchiche (uvilla) | <i>Coccoloba diversifolia</i>     | Poligonaceae   |
| 20                       | Guayabillo         | <i>Psidium sartorianum</i>        | Myrtaceae      |
| 21                       | Laurel             | <i>Nectandra salicifolia</i>      | Lauraceae      |
| 22                       | Elemuy             | <i>Malmea depresa</i>             | Annonaceae     |
| 23                       | Guaya              | <i>Melicoccus oliviformis</i>     | Sapindaceae    |
| 24                       | Chacni             | <i>Calyptanthus pallens</i>       | Myrtaceae      |
| 25                       | Cocoite blanco     | <i>Gliricidia sepium</i>          | Fabaceae       |
| 26                       | Ciricote           | <i>Cordia dodecandra</i>          | Boraginaceae   |
| 27                       | Tamay              | <i>Swelania guidonia</i>          | Flacourtiaceae |
| 28                       | Guayancox          | <i>Exothea diphylla</i>           | Sapindaceae    |
| 29                       | Ruda               | <i>Ruta chalapensis</i>           | Rutaceae       |
| 30                       | Katalox            | <i>Swartzia cubensis</i>          | Fabaceae       |
| 31                       | Plomoche           | <i>Ardisia escallonioides</i>     | Primulaceae    |
| <b>Estrato arbustivo</b> |                    |                                   |                |
| 1                        | Dzidzilche         | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | Poligonaceae   |
| 2                        | Perezcutz          | <i>Croton glabeellus</i>          | Euphorbiaceae  |
| 3                        | Subin              | <i>Acacia cornígera</i>           | Fabaceae       |
| 4                        | Chit               | <i>Thrinax radiata</i>            | Arecaceae      |
| 5                        | Eugenia            | <i>Eugenia mayana</i>             | Myrtaceae      |
| 6                        | Guano              | <i>Sabal yapa</i>                 | Arecaceae      |
| 7                        | Xpukin             | <i>Callicarpa acuminata</i>       | Verbenácea     |
| 8                        | Sakitza            | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | Poligonaceae   |
| 9                        | Pata de vaca       | <i>Bahuinia divaricat</i>         | Fabaceae       |
| 10                       | Akitz              | <i>Cascabela gaumeri</i>          | Apocinaceae    |
| 11                       | Majaqua blanca     | <i>Hampea trilobata</i>           | Malvaceae      |
| <b>Estrato herbáceo</b>  |                    |                                   |                |
| 1                        | Paulinia           | <i>Paulinia pinnata</i>           | Sapindaceae    |
| 2                        | Sac ak             | <i>Cydista potosina</i>           | Bignoniaceae   |
| 3                        | Yax ak             | <i>Arrabidea podopogon</i>        | Bignoniaceae   |
| 4                        | Xiat               | <i>Chamaedorea zeifizi</i>        | Arecaceae      |

| # | Nombre común | Especie                      | Familia       |
|---|--------------|------------------------------|---------------|
| 5 | Chilar       | <i>Rivina humilis</i>        | Palaemonoidea |
| 6 | Tulipan      | <i>Malvaviscus arboreus</i>  | Malvaceae     |
| 7 | Styzophylum  | <i>Styzophyllum riparium</i> | Bignoniaceae  |
| 8 | T'zimin      | <i>Petrea bolubilis</i>      | Verbenaceae   |

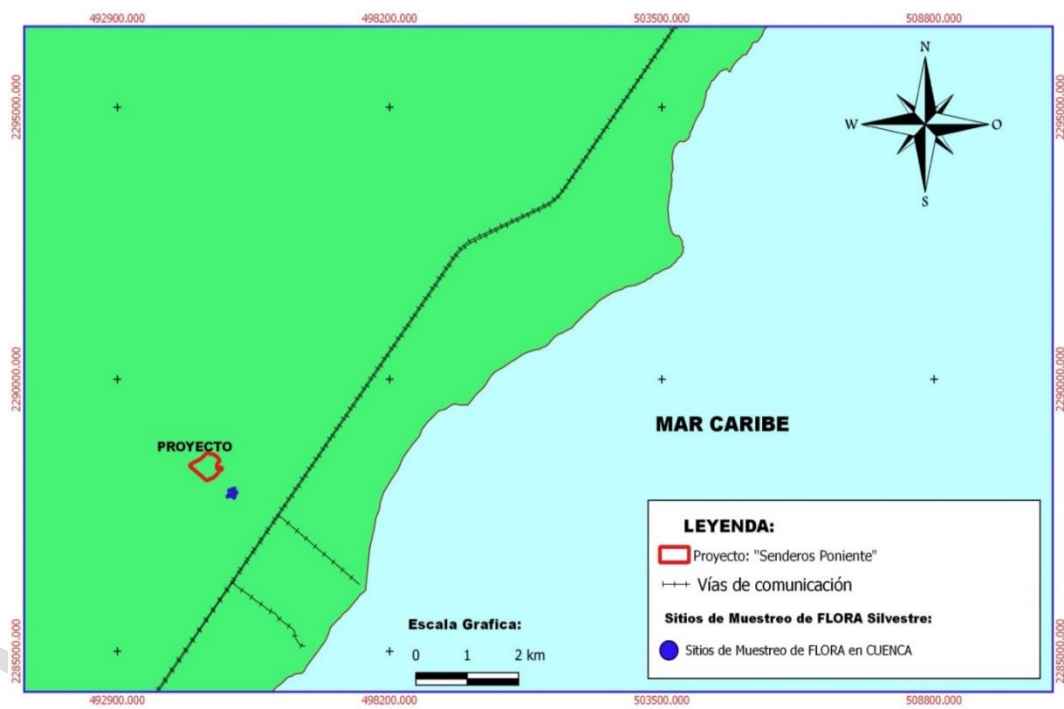
**Listado florístico de especies en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 identificadas para la Cuenca Hidrológica Forestal**

Tabla 4. 6. Especies con categoría de riesgo de la unidad de análisis y su distribución de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT -2010.

| Nombre científico      | Nombre común | Estrato   | Categoría de riesgo y distribución de acuerdo a la NOM-059-2010 |
|------------------------|--------------|-----------|---|
| <i>Thrinax radiata</i> | Palma Chit   | Arbustivo | Amenazada no endémica   |

Figura 4. 19. Sitios de muestreo flora cuenca

**MAPA DE SITIOS DE MUESTREO DE FLORA EN CUENCA DEL PROYECTO: "SENDEROS PONIENTE"**



#### 4.3.2.1.2. Análisis de diversidad de la vegetación

Análisis de la vegetación del predio de la unidad de análisis contemplando los tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) a través de los índices de diversidad (preferentemente valor de importancia e índice de diversidad de Shannon-Wiener), asimismo se calcula el índice de equitatividad,

La diversidad de un ecosistema depende de dos factores, el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas. Entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) consideraríamos más diverso al que presentara un número de especies mayor. Por otra parte, entre dos ecosistemas que tienen el mismo número de especies, consideraremos más diverso al que presenta menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies.

#### ¿Cómo se mide?

La diversidad de las especies se mide basándose en dos ideas: la riqueza de especies y la equidad de las especies. La riqueza de especies se refiere al número total de especies. A veces, los biólogos se interesan únicamente en la riqueza de especies, y la utilizan como medida única de la biodiversidad. La equidad de las especies mide la similitud de abundancia de las especies, en otras palabras, todas las especies son igualmente abundantes, o sus abundancias están sesgadas, es decir, unas pocas muy abundantes, y otras escasas

Para medir la diversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Para este caso se utilizó el índice de Shannon & Wiener.

#### Índice de Shannon – Weaver (Weiner)

Índice de Shannon - Weaver es una de las medidas de diversidad relacionadas con la teoría de información. Estas medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema termodinámico en la cual existe un número finito de individuos (análogo a cantidad de energía), los cuales pueden ocupar un número -también finito- de categorías (especies, análogo de estados).

La estadística para describir esta situación: un sistema con un número finito de individuos y de categorías (especies); sin restricciones en cuanto al número de especies ni de individuos por categoría (especie), está dada por la Fórmula de Brillouin; equivale a la incertidumbre acerca de la identidad de un elemento tomado al azar de una colección de N elementos distribuidos en sus categorías, sin importar el número de elementos por categoría ni el número de categorías. Dicha incertidumbre aumenta con el número de categorías (riqueza) y disminuye cuando la mayoría de los elementos pertenecen a una misma categoría.

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica.[1] Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.



La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Donde:

S número de especies (la riqueza de especies).

P<sub>i</sub> proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n<sub>i</sub> / N

N<sub>i</sub> número de individuos de la especie i

N Número de todos los individuos de todas las especies

Log<sub>2</sub> la fórmula utiliza el logaritmo base 2

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia)

El concepto de uniformidad se deriva fácilmente de las consideraciones teóricas de las fórmulas descritas para H y Ĥ.

Si n<sub>1</sub> = n<sub>2</sub> = n<sub>3</sub> = n<sub>i</sub>... = n, entonces:

N = sΣn<sub>i</sub> = sN

H<sub>max</sub> = ln s

Esto permite cuantificar qué tanto la diversidad estimada (Ĥ) para una situación dada se desvía del máximo teórico (H) -que ocurre cuando todas las especies son igualmente abundantes. Es lo que se denomina equidad o uniformidad (J); en algunos escritos técnicos en castellano se emplea el desafortunado término equitabilidad o peor ecuitabilidad. Esto es, en el mejor de los casos, un anglicismo debido a los malos hábitos del profesor estadounidense Monte Lloyd.

Los Valores de este índice van de 1 a 5, siendo un valor pobre el 1 y máxima diversidad el 5. En general se considera un ecosistema pobre cuando los valores no alcanzan de 3 en adelante. En este caso se ha verificado la metodología correspondiente y se presenta lo siguiente:

### **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener y de Equitatividad (J) para cada estrato**

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon - Wiener, se realizó mediante el programa computarizado especializado conocido como BioDiversity Pro versión 2.0, escrito por NeilMcAleece y diseñado por PJD Lamshead, GLJ Paterson and, JD Gage, The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science, Derechos Reservados 1997.

Para los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Weiner, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J). Estos muestreos se llevaron a cabo en tres estratos: herbáceo; arbustivo y arbóreo; en función de la forma biológica de las especies. La superficie del levantamiento de datos para el cálculo de los índices fue de una superficie de 3 m<sup>2</sup>, 28m<sup>2</sup> y 500 m<sup>2</sup> en cada uno de los sitios y los resultados son los siguientes:

#### **Estrato arbóreo**

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que este estrato arbóreo presenta una buena diversidad ya que el resultado obtenido es de 4.11 y esto es entendible en virtud de que se reporta

para este la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en buen estado de conservación. En cuanto a los datos de “J” sus valores se consideran altos con 0.822.

**Tabla 4. 7. Estrato arbóreo de la Cuenca Hidrológica Forestal.**

| #            | Estrato arbóreo    | Especie                         | Total      |
|--------------|--------------------|---------------------------------|------------|
| 1            | Grandillo          | <i>Platimisium yucatanum</i>    | 2          |
| 2            | Alamo              | <i>Ficus cotinifolia</i>        | 51         |
| 3            | Shuul              | <i>Lonchocarpus xuul</i>        | 36         |
| 4            | Boichic (Bop)      | <i>Coccoloba spicata</i>        | 23         |
| 5            | Chaca              | <i>Bursera smaruba</i>          | 32         |
| 6            | Tadzi              | <i>Neea psychotrioides</i>      | 25         |
| 7            | Tzalam             | <i>Lysiloma latisiliquum</i>    | 60         |
| 8            | kitanche           | <i>Caesalpinia gaumeri</i>      | 3          |
| 9            | Jabin              | <i>Piscidia piscipula</i>       | 21         |
| 10           | Canchunup          | <i>Thouinia paucidentata</i>    | 2          |
| 11           | Silil              | <i>Diospyrus cuneata</i>        | 24         |
| 12           | Chechem            | <i>Metopium brownei</i>         | 54         |
| 13           | Ya´axnic           | <i>Vitex gaumeri</i>            | 9          |
| 14           | Palo sol           | <i>Blomia cupanioides</i>       | 5          |
| 15           | Zapote faisán      | <i>Sideroxylon salicifolium</i> | 1          |
| 16           | Sipche             | <i>Bunchosia Swartziana</i>     | 10         |
| 17           | Kanasin            | <i>Lonchocarpus rugosus</i>     | 25         |
| 18           | Subinche           | <i>Acacia dolichostaquia</i>    | 7          |
| 19           | Bolchiche (uvilla) | <i>Coccoloba diversifolia</i>   | 11         |
| 20           | Guayabillo         | <i>Psidium sartorianum</i>      | 3          |
| 21           | Laurel             | <i>Nectandra salicifolia</i>    | 9          |
| 22           | Elemuy             | <i>Malmea depresa</i>           | 2          |
| 23           | Guaya              | <i>Melicoccus oliviformis</i>   | 1          |
| 24           | Chacni             | <i>Calyptanthes pallens</i>     | 13         |
| 25           | Cocoite blanco     | <i>Gliricidia sepium</i>        | 2          |
| 26           | Ciricote           | <i>Cordia dodecandra</i>        | 1          |
| 27           | Tamay              | <i>Swelania guidonia</i>        | 1          |
| 28           | Guayancox          | <i>Exothea diphylla</i>         | 1          |
| 29           | Ruda               | <i>Ruta chalapensis</i>         | 1          |
| 30           | Katalox            | <i>Swartzia cubensis</i>        | 1          |
| 31           | Plomoche           | <i>Ardisia escallonioides</i>   | 7          |
| <b>Total</b> |                    |                                 | <b>443</b> |

**Tabla 4. 8. Resumen de resultados del análisis de diversidad para el estrato arbóreo.**

| Index                  | Resultados |
|------------------------|------------|
| Shannon H' Log Base 2. | 4.11       |

| Index                    | Resultados |
|--------------------------|------------|
| Shannon Hmax Log Base 2. | 5          |
| Shannon J'               | 0.822      |

### Estrato arbustivo

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que este estrato arbustivo en el predio de la unidad de análisis se presenta diversidad aceptable (3.184), Es importante mencionar que en este estrato se presenta dos especies de palmas con escasa presencia misma que una de ellas está dentro de la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. En cuanto a los datos de "J" sus valores se consideran altos (0.959) por lo que las especies tienden a la equitatividad.

**Tabla 4. 9. Estrato arbustivo de la Cuenca Hidrológica Forestal.**

| #            | Estrato arbustivo | Especie                           | Total     |
|--------------|-------------------|-----------------------------------|-----------|
| 1            | Dzidzilche        | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 4         |
| 2            | Perezcutz         | <i>Croton glabeellus</i>          | 1         |
| 3            | Subin             | <i>Acacia cornígera</i>           | 2         |
| 4            | Chit              | <i>Thrinax radiata</i>            | 2         |
| 5            | Eugenia           | <i>Eugenia mayana</i>             | 2         |
| 6            | Sabal             | <i>Sabal yapa</i>                 | 3         |
| 7            | Xpukin            | <i>Callicarpa acuminata</i>       | 2         |
| 8            | Sakitza           | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 2         |
| 9            | Pata de vaca      | <i>Bahuinia divaricata</i>        | 1         |
| 10           | Akitz             | <i>Casaccabela gaumeri</i>        | 1         |
| 11           | Majagua blanca    | <i>Hampea trilobata</i>           | 2         |
| <b>Total</b> |                   |                                   | <b>22</b> |

**Tabla 4. 10. Resumen de resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo.**

| Index                    | Resultados |
|--------------------------|------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | 3.184      |
| Shannon Hmax Log Base 2. | 3.322      |
| Shannon J'               | 0.959      |

### Estrato herbáceo

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que este estrato herbáceo en el predio de la unidad de análisis presenta baja diversidad ya que el resultado obtenido es de 2.524. En cuanto a los datos de "J" sus valores se consideran altos en cuanto a la equitatividad de las especies, ya que el valor obtenido fue de 0.841.

Tabla 4. 11. Estrato herbáceo de la Cuenca Hidrológica Forestal.

| #            | Estrato herbáceo | Especie                      | Total     |
|--------------|------------------|------------------------------|-----------|
| 1            | Paulinia         | <i>Paulinia pinnata</i>      | 4         |
| 2            | Sac ak           | <i>Cydista potosina</i>      | 13        |
| 3            | Yax ak           | <i>Arrabidea podopogon</i>   | 10        |
| 4            | Xiat             | <i>Chamaedorea zeifiizii</i> | 5         |
| 5            | Chilar           | <i>Rivina humilis</i>        | 3         |
| 6            | Tulipan          | <i>Malvaviscus arboreus</i>  | 2         |
| 7            | Styzophyllum     | <i>Styzophyllum riparium</i> | 1         |
| 8            | T'zimin          | <i>Petrea bolubilis</i>      | 1         |
| <b>Total</b> |                  |                              | <b>39</b> |

Tabla 4. 12. Resumen de resultados del análisis de diversidad para el estrato herbáceo.

| Index                    | Resultados |
|--------------------------|------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | 2.524      |
| Shannon Hmax Log Base 2. | 3          |
| Shannon J'               | 0.841      |

### Índice de Valor de Importancia

El Índice de Valor de Importancia (IVI), fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella et al (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Dominancia Relativa} + \text{Densidad Relativa} + \text{Frecuencia Relativa}.$$

Para este caso específicamente del área de estudio de la unidad de análisis, se realizaron la aplicación de cada una de las fórmulas de cada uno de estos parámetros de los estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) y los resultados obtenidos son los siguientes:

#### Estrato arbóreo

De acuerdo con Índice de Valor de Importancia, se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 36.06, seguido por el Chechem (*Metopium brownei*) con el 35.70 y en tercer lugar el Alamo (*Ficus cotinifolia*) con 31.31, estas tres especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características.

Tabla 4. 13. Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa para el estrato arbóreo de la Cuenca Hidrológica Forestal de la unidad de análisis.

| # | Nombre Común | Especie                    | Dominancia Relativa | Densidad Relativa | Frecuencia Relativa | IVI    |
|---|--------------|----------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------|
| 1 | Grandillo    | <i>Platimium yucatanum</i> | 1.141               | 0.451             | 0.752               | 2.344  |
| 2 | Alamo        | <i>Ficus cotinifolia</i>   | 12.313              | 11.512            | 8.271               | 32.096 |

| #            | Nombre Común       | Especie                             | Dominancia Relativa | Densidad Relativa | Frecuencia Relativa | IVI            |
|--------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| 3            | Shuul              | <i>Lonchocarpus xuul</i>            | 3.111               | 8.126             | 6.015               | 17.252         |
| 4            | Boichic (Bop)      | <i>Coccoloba spicata</i>            | 7.320               | 5.192             | 6.767               | 19.279         |
| 5            | Chaca              | <i>Bursera simaruba</i>             | 5.899               | 7.223             | 6.015               | 19.138         |
| 6            | Tadzi              | <i>Neea psychotrioides</i>          | 3.811               | 5.643             | 6.767               | 16.222         |
| 7            | <b>Tzalam</b>      | <b><i>Lysiloma latisiliquum</i></b> | 17.666              | 13.544            | 6.767               | <b>37.977</b>  |
| 8            | Kitanche           | <i>Caesalpinia gaumeri</i>          | 1.829               | 0.677             | 2.256               | 4.762          |
| 9            | Jabin              | <i>Piscidia piscipula</i>           | 7.181               | 4.740             | 6.015               | 17.936         |
| 10           | Canchunup          | <i>Thouinia paucidentata</i>        | 0.342               | 0.451             | 1.504               | 2.297          |
| 11           | Silil              | <i>Diospyrus cuneata</i>            | 2.944               | 5.418             | 4.511               | 12.873         |
| 12           | <b>Chechem</b>     | <b><i>Metopium brownei</i></b>      | 15.418              | 12.190            | 8.271               | <b>35.878</b>  |
| 13           | Ya'axnic           | <i>Vitex gaumeri</i>                | 5.889               | 2.032             | 2.256               | 10.176         |
| 14           | Palo sol           | <i>Blomia cupanioides</i>           | 0.571               | 1.129             | 2.256               | 3.956          |
| 15           | Zapote faisán      | <i>Sideroxylon salicifolium</i>     | 0.802               | 0.226             | 0.752               | 1.780          |
| 16           | Sipche             | <i>Bunchosia swartziana</i>         | 0.502               | 2.257             | 3.759               | 6.519          |
| 17           | Kanasin            | <i>Lonchocarpus rugosus</i>         | 5.372               | 5.643             | 5.263               | 16.279         |
| 18           | Subinche           | <i>Acacia dolichostaquia</i>        | 1.367               | 1.580             | 1.504               | 4.451          |
| 19           | Bolchiche (uvilla) | <i>Coccoloba diversifolia</i>       | 1.444               | 2.483             | 3.759               | 7.687          |
| 20           | Guayabillo         | <i>Psidium sartorianum</i>          | 0.059               | 0.677             | 1.504               | 2.240          |
| 21           | Laurel             | <i>Nectandra salicifolia</i>        | 0.034               | 2.032             | 3.759               | 5.825          |
| 22           | Elemuy             | <i>Malmea depresa</i>               | 0.019               | 0.451             | 0.752               | 1.222          |
| 23           | Guaya              | <i>Melicoccus oliviformis</i>       | 0.475               | 0.226             | 0.752               | 1.452          |
| 24           | Chacni             | <i>Calyptanthes pallens</i>         | 0.428               | 2.935             | 3.008               | 6.371          |
| 25           | Cocoite blanco     | <i>Gliricidia sepium</i>            | 0.475               | 0.451             | 0.752               | 1.678          |
| 26           | Ciricote           | <i>Cordia dodecandra</i>            | 0.931               | 0.226             | 0.752               | 1.908          |
| 27           | Tamay              | <i>Swelania guidonia</i>            | 0.802               | 0.226             | 0.752               | 1.780          |
| 28           | Guayancox          | <i>Exothea diphylla</i>             | 0.005               | 0.226             | 0.752               | 0.982          |
| 29           | Ruda               | <i>Ruta chalapensis</i>             | 0.574               | 0.226             | 0.752               | 1.552          |
| 30           | Katalox            | <i>Swartzia cubensis</i>            | 1.215               | 0.226             | 0.752               | 2.193          |
| 31           | Plomoche           | <i>Ardisia escallonioides</i>       | 0.057               | 1.580             | 2.256               | 3.893          |
| <b>Total</b> |                    |                                     | <b>100.000</b>      | <b>100.000</b>    | <b>100.000</b>      | <b>100.000</b> |

### Estrato arbustivo

En este estrato las tres especies con más valor de importancia fueron el akitz (*Cascabela gaumeri*) con 80.06, seguido por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 61.15 y en tercer lugar el sabal (*Sabal yapa*) con 34.45, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en este estrato.

Tabla 4. 14. Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa para el estrato arbustivo de la Cuenca Hidrológica Forestal de la unidad de análisis.

| #            | N. común     | Especie                           | Dominancia Relativa | Densidad Relativa | Frecuencia Relativa | IVI        |
|--------------|--------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------|
| 1            | Dzidzilche   | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 17.476              | 18.182            | 14.286              | 49.943     |
| 2            | Perezcutz    | <i>Croton glabeellus</i>          | 12.136              | 4.545             | 7.143               | 23.824     |
| 3            | Subin        | <i>Acacia cornígera</i>           | 1.942               | 9.091             | 7.143               | 18.176     |
| 4            | Chit         | <i>Thrinax radiata</i>            | 4.369               | 9.091             | 7.143               | 20.603     |
| 5            | Eugenia      | <i>Eugenia mayana</i>             | 0.485               | 9.091             | 7.143               | 16.719     |
| 6            | Sabal        | <i>Sabal yapa</i>                 | 4.369               | 13.636            | 14.286              | 32.291     |
| 7            | Xpukin       | <i>Callicarpa acuminata</i>       | 7.767               | 9.091             | 7.143               | 24.001     |
| 8            | Sakitza      | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 0.485               | 9.091             | 7.143               | 16.719     |
| 9            | Pata de vaca | <i>Bahuinia divaricata</i>        | 0.485               | 4.545             | 7.143               | 12.174     |
| 10           | Akitz        | <i>Casaccabela gaumeri</i>        | 48.544              | 4.545             | 7.143               | 60.232     |
| 11           | Mahahua      | <i>Hampea trilobata</i>           | 1.942               | 9.091             | 14.286              | 25.318     |
| <b>Total</b> |              |                                   | <b>100</b>          | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>100</b> |

Estrato herbáceo.

En este estrato las tres especies con más valor de importancia fueron el bejuco sac ak (*Cydista potosina*) con 93.959, seguido por el yax ak (*Arrabidea podopogon*) con 74.08 y en tercer lugar el xiat (*Chamaedorea zeifiizii*) con 37.04, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación.

Tabla 4. 15. Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa para el estrato herbáceo de la Cuenca Hidrológica Forestal de la unidad de análisis. (Pendiente por actualizar)

| #            | N. común     | Especie                      | Dominancia Relativa | Densidad Relativa | Frecuencia Relativa | IVI        |
|--------------|--------------|------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------|
| 1            | Paulinia     | <i>Paulinia pinnata</i>      | 11.765              | 10.256            | 11.765              | 33.786     |
| 2            | Sac ak       | <i>Cydista potosina</i>      | 29.412              | 33.333            | 29.412              | 92.157     |
| 3            | Yax ak       | <i>Arrabidea podopogon</i>   | 23.529              | 25.641            | 23.529              | 72.700     |
| 4            | Xiat         | <i>Chamaedorea zeifiizii</i> | 11.765              | 12.821            | 11.765              | 36.350     |
| 5            | Chilar       | <i>Rivina humilis</i>        | 5.882               | 7.692             | 5.882               | 19.457     |
| 6            | Tulipan      | <i>Malvaviscus arboreus</i>  | 5.882               | 5.128             | 5.882               | 16.893     |
| 7            | Styzophyllum | <i>Styzophyllum riparium</i> | 5.882               | 2.564             | 5.882               | 14.329     |
| 8            | T'zimin      | <i>Petrea bolubilis</i>      | 5.882               | 2.564             | 5.882               | 14.329     |
| <b>Total</b> |              |                              | <b>100</b>          | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>100</b> |

#### 4.3.2.2. Caracterización de la fauna

En este apartado se presentan los listados de fauna de los cuatro grupos de vertebrados superiores (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), con sus respectivos datos de abundancia relativa e índices de diversidad para la superficie del área de la unidad de análisis.

La selva de Quintana Roo, ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de todo el estado, durante décadas, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de flora y fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema.

#### Metodología

Tomando en consideración la ubicación geográfica del predio del proyecto, el índice de ruido por la cercanía de los desarrollos colindantes y la vialidad de acceso, se considera baja la presencia de especies de fauna en general (aves, reptiles, mamíferos y anfibios), por lo que, para conocer el tipo de hábitat y el estado de conservación del mismo, así como las especies consideradas bajo algún estatus contemplado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la unidad de análisis, se llevó a cabo, el estudio correspondiente:

- **Avifauna.**

Las Aves se muestrearon durante 3 días, siguiendo el método de transecto sobre las 3 brechas realizadas de aproximadamente 100 metros de longitud y a través de conteos por contacto visual en distancia limitada (Ralph, J & M Scott, 1981). De esta manera, se realizaron los muestreos teniendo como ayuda el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región. (Aves comunes de la Península de Yucatán 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

Tabla 4. 16. Relación de coordenadas por transectos.

| Transectos | Coordenadas UTM XY |                | Longitud aproximada de cada transecto |
|------------|--------------------|----------------|---------------------------------------|
|            | Inicial            | Final          |                                       |
| 1          | 495216 2287919     | 495169 2287823 | 100 metros                            |
| 2          | 495172 2287940     | 495108 2287851 |                                       |
| 3          | 495121 2287955     | 495044 2287844 |                                       |

- **Anfibios y Reptiles.**

Para el registro de anfibios y reptiles de la zona, se empleó el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje del área, teniendo como ayuda el uso de guías de campo de anfibios y reptiles de la región. (Anfibios y reptiles de Sian ka'an 2008). Los muestreos se efectuaron sobre los mismos 3 transectos existentes durante 3 días y se llevó a cabo en dos diferentes horarios con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas, los recorridos se efectuaron a partir de las 7:00 a.m. a 9:00 a.m.; y 7:00 p.m. a 9:00 p.m. Los registros se efectuaron por medio de registros visuales, búsqueda directa y la utilización de los

ganchos herpetológicos. Para el caso de anfibios se incluyó el registro auditivo, ya que estos tienen un canto característico.

- **Mamíferos.**

Para el caso de los mamíferos se realizaron recorridos y monitoreos puntuales a lo largo de los tres transectos durante 3 días y se registraron las observaciones directas las cuales incluyen: animales vistos, escuchados u oídos, así como observaciones indirectas como son: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc. (Gates, 1983). Adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman (10 en total) y Tomahawk (5 en total) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del proyecto. También se emplearon binoculares cámara fotográfica y guías de campo ilustradas de reptiles, aves y mamíferos de la península de Yucatán (guía completa 2008). De esta manera, se monitorearon para conocer la preferencia de las especies. En el caso de las huellas, estas fueron medidas y comparadas con un manual de identificación (huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México 2000).

Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

**Tabla 4. 17. Relación de coordenadas UTM (Sherman)**

| Ubicación | Coordenadas UTM Sherman |         | Coordenadas UTM Tomahawk |         |
|-----------|-------------------------|---------|--------------------------|---------|
|           | X                       | Y       | X                        | Y       |
| 1         | 495216                  | 2287919 | 495172                   | 2287940 |
| 2         | 495172                  | 2287940 | 495121                   | 2287955 |
| 3         | 495121                  | 2287955 | 495075                   | 2287953 |
| 4         | 495075                  | 2287953 | 495140                   | 2287885 |
| 5         | 495184                  | 2287861 | 495070                   | 2287878 |
| 6         | 495169                  | 2287823 |                          |         |
| 7         | 495140                  | 2287885 |                          |         |
| 8         | 495108                  | 2287851 |                          |         |
| 9         | 495070                  | 2287878 |                          |         |
| 10        | 495044                  | 228744  |                          |         |

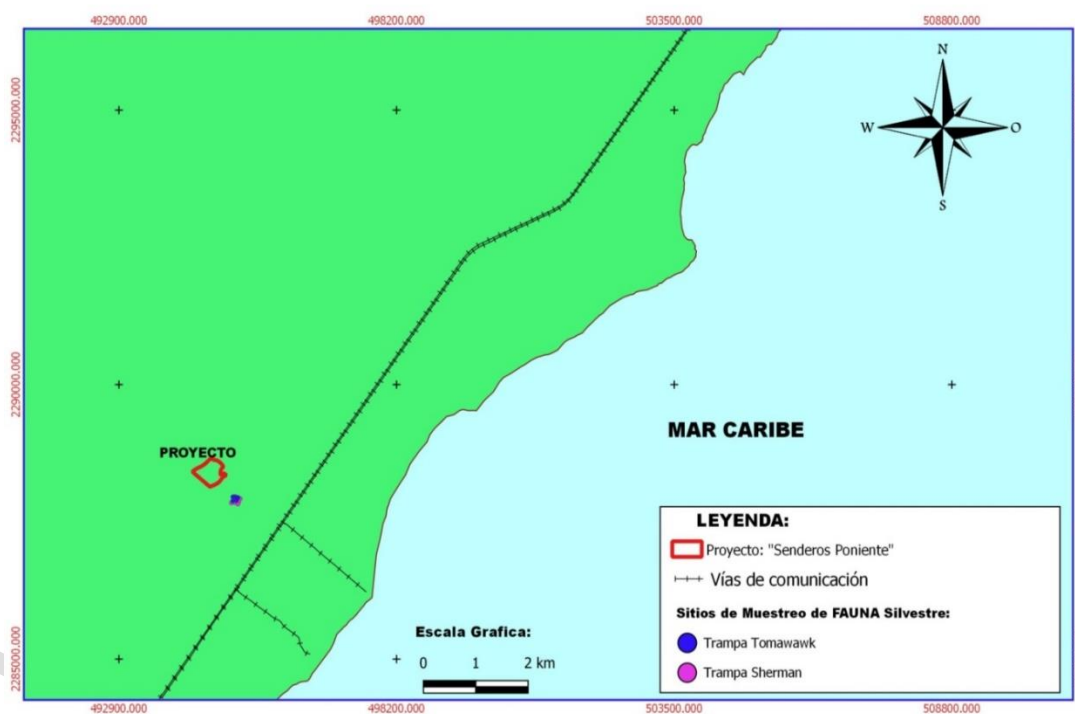


Figura 4. 20. Establecimiento de trampas tipo Tomahawk (izquierda) y Sherman (derecha).



Figura 4. 21. Distribución de los sitios de muestreo para la fauna en la Cuenca Hidrológica Forestal

**MAPA DE SITIOS DE MUESTREO DE FAUNA EN CUENCA DEL PROYECTO: "SENDEROS PONIENTE"**



## Resultados

Se registraron 21 especies en total, mayormente representadas por las aves (52%), seguido por los mamíferos (19%), mientras que los anfibios y reptiles fueron los grupos con menor incidencia (14% c/u). Lo anterior se sintetiza en la Tabla 4. 18 y en la Figura 3. 9

Tabla 4. 18. Distribución de las especies de fauna registradas en la unidad de análisis.

| Grupo Faunístico | Especies  | Familia   |
|------------------|-----------|-----------|
| Aves             | 11        | 8         |
| Mamíferos        | 4         | 4         |
| Reptiles         | 3         | 3         |
| Anfibios         | 3         | 3         |
| <b>Total</b>     | <b>21</b> | <b>18</b> |

Figura 4. 22. Distribución de las especies faunísticas registradas en la Cuenca Hidrológica Forestal de la unidad de análisis.

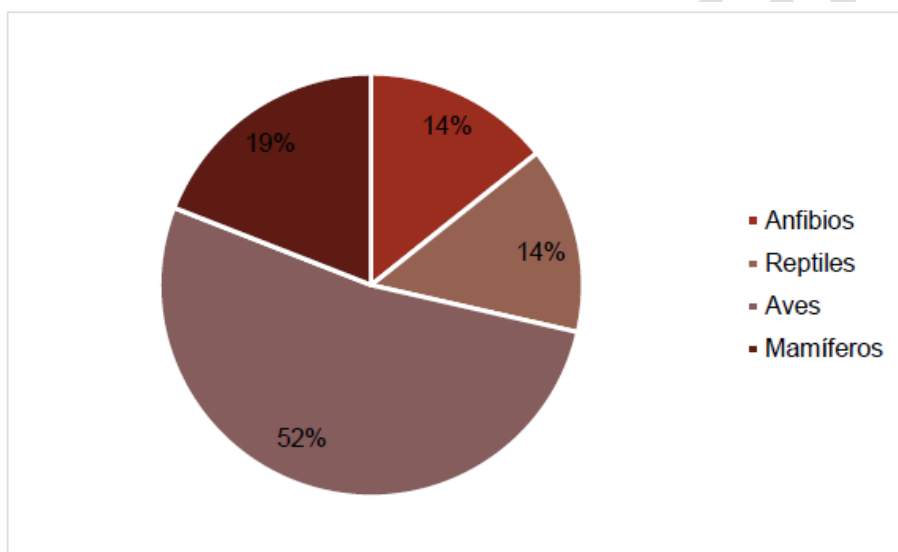


Tabla 4. 19. Listado general por Grupo Faunístico en el predio de la unidad de análisis.

| Clase                  | Familia     | Nombre Científico              | Nombre Común        |
|------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------|
| Aves                   | Columbidae  | <i>Columba flavirostris</i>    | Paloma morada       |
|                        | Cuculidae   | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijoy   |
|                        | Icteridae   | <i>Icterus auratus</i>         | Bolsero yucateco    |
|                        |             | <i>Quiscalus mexicanus</i>     | Zanate              |
|                        | Mimidae     | <i>Minus gilvus</i>            | Cenzontle tropical  |
|                        | Momotidae   | <i>Eumomota supersilliosa</i>  | Toh                 |
|                        | Picidae     | <i>Melanerpes aurifrons</i>    | Carpintero cheje    |
|                        | Trogonidae  | <i>Trogon melanocephalus</i>   | Trogón cabeza negra |
|                        | Tyrannidae  | <i>Megarynchus pitangua</i>    | Luis pico grueso    |
|                        |             | <i>Pitangus sulphuratus</i>    | Luis bienteveo      |
| <i>Tyrannus couchi</i> |             | Tirano silvador                |                     |
|                        | Didelphidae | <i>Didelphis marsupialis</i>   | Tlacuache           |
|                        | Muridae     | <i>Oryzomys couesi</i>         | Rata arrocera       |

| Clase    | Familia         | Nombre Científico                | Nombre Común    |
|----------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
| Mammalia | Procyonidae     | <i>Nasua narica</i>              | Tejón           |
|          | Sciuridae       | <i>Sciurus yucatanensis</i>      | Ardilla gris    |
| Reptilia | Boidae          | <i>Boa constrictor</i>           | Oxh can         |
|          | Corytophanidae  | <i>Basiliscus vittatus</i>       | Tolock          |
|          | Viperidae       | <i>Bothrops asper</i>            | Nauyaca         |
| Amphibia | Bufonidae       | <i>Chanus marinus</i>            | Sapo/much       |
|          | Hylidae         | <i>Smilisca baudinii</i>         | Rana trepadora  |
|          | Leptodactylidae | <i>Leptodactylus melanonotus</i> | Rana de charcos |

Tabla 4. 20. Listado de especies de fauna de cada grupo faunístico con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de la unidad de análisis.

| Familia          | Nombre científico      | Nombre común | Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|------------------|------------------------|--------------|---|
| <b>Aves</b>      |                        |              |   |
| 0                | 0                      | 0            | 0   |
| <b>Mamíferos</b> |                        |              |   |
| 0                | 0                      | 0            | 0   |
| <b>Reptiles</b>  |                        |              |   |
| Boidae           | <i>Boa constrictor</i> | Boa          | Amenazada no endémica                     |
| <b>Anfibios</b>  |                        |              |   |
| 0                | 0                      | 0            | 0   |

### Índices de diversidad y abundancia de las especies de fauna registradas en la Cuenca Hidrológica Forestal

#### Aves

Como se puede apreciar los resultados obtenidos nos indican que el grupo de las aves tiene una buena diversidad (3.33), si se toma en cuenta que arriba de valores de 3 en adelante se considera como una buena. Esto es entendible ya que la unidad de análisis se encuentra inmerso en una superficie mayor y por ende las aves tienen espacios por donde desplazarse, Por otra parte, se menciona que las aves no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que por si solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de "J", este es de 0.962 lo que se considera alto, lo que nos indica que hay una alta equitatividad entre las especies.

Tabla 4. 21. Abundancia de las aves registradas en la Cuenca Hidrológica Forestal.

|   | N. Científico                  | N. Común           | Total |
|---|--------------------------------|--------------------|-------|
| 1 | <i>Columba flavirostris</i>    | Paloma morada      | 5     |
| 2 | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijoy  | 13    |
| 3 | <i>Icterus auratus</i>         | Bolsero yucateco   | 3     |
| 4 | <i>Quiscalus mexicanus</i>     | Zanate             | 12    |
| 5 | <i>Minus gilvus</i>            | Cenzontle tropical | 11    |
| 6 | <i>Eumomota supersiliosa</i>   | Toh                | 7     |

|              | N. Científico                | N. Común            | Total      |
|--------------|------------------------------|---------------------|------------|
| 7            | <i>Melanerpes aurifrons</i>  | Carpintero cheje    | 9          |
| 8            | <i>Trogon melanocephalus</i> | Trogón cabeza negra | 15         |
| 9            | <i>Megarynchus pitangua</i>  | Luis pico grueso    | 7          |
| 10           | <i>Pitangus sulphuratus</i>  | Luis bienteveo      | 17         |
| 11           | <i>Tyrannus couchi</i>       | Tirano Salvador     | 10         |
| <b>Total</b> |                              |                     | <b>109</b> |

Tabla 4. 22. Resumen de los resultados del análisis de diversidad para las aves registradas en la Cuenca Hidrológica Forestal.

| Index                    | Total |
|--------------------------|-------|
| Shannon H' Log Base 2.   | 3.33  |
| Shannon Hmax Log Base 2. | 3.45  |
| Shannon J'               | 0.962 |

### Mamíferos

Los resultados obtenidos en este grupo que fue de 1.67 lo que nos indica que se considera la zona como de baja diversidad y es justificable ya que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por lo que no es fácil poder observar, por otra parte se observó personal trabajando en los alrededores de la unidad de análisis y esto ocasiona en gran medida que se observen pocas especies, además hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se obtuvo un valor de 0.836 y se considera alta considerando la escala de 0-10.

Tabla 4. 23. Abundancia de los mamíferos registrados en la Cuenca Hidrológica Forestal.

| #            | N. Científico                | N. Común      | Total     |
|--------------|------------------------------|---------------|-----------|
| 1            | <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache     | 3         |
| 2            | <i>Oryzomys couesi</i>       | Rata arrocera | 1         |
| 3            | <i>Nasua narica</i>          | Tejón         | 8         |
| 4            | <i>Sciurus yucatanensis</i>  | Ardilla gris  | 3         |
| <b>Total</b> |                              |               | <b>15</b> |

Tabla 4. 24. Resumen de los resultados del análisis de diversidad para los mamíferos registrados en la Cuenca Hidrológica Forestal.

| Index                    | Total        |
|--------------------------|--------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | <b>1.67</b>  |
| Shannon Hmax Log Base 2. | <b>1</b>     |
| Shannon J'               | <b>0.836</b> |

### Reptiles

Este grupo también se considera con poca diversidad ya que se obtuvo un valor de 0.98 y esto es entendible en virtud de que durante los trabajos se observó la presencia de mucha gente cerca de la unidad de análisis y obras aledañas en construcción. En cuanto a los datos de “J” se obtuvo un valor de 0.622 que se puede considerar como moderado.

**Tabla 4. 25. Abundancia de los reptiles registrados en la Cuenca Hidrológica Forestal.**

| #            | N. Científico              | N. Común | Total    |
|--------------|----------------------------|----------|----------|
| 1            | <i>Boa constrictor</i>     | Oxh can  | 1        |
| 2            | <i>Basiliscus vittatus</i> | Tolock   | 7        |
| 3            | <i>Bothrops asper</i>      | Nauyaca  | 1        |
| <b>Total</b> |                            |          | <b>9</b> |

**Tabla 4. 26. Resumen de los resultados del análisis de diversidad para los reptiles registrados en la Cuenca Hidrológica Forestal.**

| Index                    | Total        |
|--------------------------|--------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | <b>0.98</b>  |
| Shannon Hmax Log Base 2. | <b>1.58</b>  |
| Shannon J'               | <b>0.622</b> |

### Anfibios

Los resultados obtenidos en este grupo que fue de 1.40 lo que nos indica que se considera la zona como de baja diversidad y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda a alejarse de la zona y además no se observó espejos de agua en los sitios muestreados. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.836) ya que las pocas especies tienden a la equitatividad.

**Tabla 4. 27. Abundancia de los anfibios registrados en la Cuenca Hidrológica Forestal.**

| #            | N. Científico                    | N. Común        | Total    |
|--------------|----------------------------------|-----------------|----------|
| 1            | <i>Chorus marinus</i>            | Sapo/much       | 3        |
| 2            | <i>Smilisca baudinii</i>         | Rana trepadora  | 4        |
| 3            | <i>Leptodactylus melanonotus</i> | Rana de charcos | 1        |
| <b>Total</b> |                                  |                 | <b>8</b> |

**Tabla 4. 28. Resumen de los resultados del análisis de diversidad para los anfibios registrados en la Cuenca Hidrológica Forestal.**

| Index                    | Total        |
|--------------------------|--------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | <b>1.40</b>  |
| Shannon Hmax Log Base 2. | <b>1.58</b>  |
| Shannon J'               | <b>0.886</b> |

### Abundancia Relativa (por grupo de fauna).

En el presente apartado se presentan los valores de abundancia relativa por grupo faunístico. Se incluyen todos los grupos de fauna silvestre observados en la unidad de análisis (Cuenca Hidrológica Forestal).

#### Aves

Las abundancias relativas de las especies de aves son muy homogéneas, siendo las tres especies con más alto valor el Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*) con 15.59, seguido por el Trogón cabeza negra (*Trogon melanocephalus*) con 13.76 y en tercer lugar se ubica el Zanate (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 11.00.

Tabla 4. 29 Valores de abundancia relativa para las especies de aves registradas en la unidad de análisis.

| #            | N. Común            | N. Científico                  | Abundancia Relativa |
|--------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|
| 1            | Paloma morada       | <i>Columba flavirostris</i>    | 4.587155963         |
| 2            | Garrapatero pijoy   | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | <b>11.9266055</b>   |
| 3            | Bolsero yucateco    | <i>Icterus auratus</i>         | 2.752293578         |
| 4            | Zanate              | <i>Quiscalus mexicanus</i>     | <b>11.00917431</b>  |
| 5            | Cenzontle tropical  | <i>Minus gilvus</i>            | 10.09174312         |
| 6            | Toh                 | <i>Eumomota supersiliosa</i>   | 6.422018349         |
| 7            | Carpintero cheje    | <i>Melanerpes aurifrons</i>    | 8.256880734         |
| 8            | Trogón cabeza negra | <i>Trogon melanocephalus</i>   | <b>13.76146789</b>  |
| 9            | Luis pico grueso    | <i>Megarynchus pitangua</i>    | 6.422018349         |
| 10           | Luis bienteveo      | <i>Pitangus sulphuratus</i>    | <b>15.59633028</b>  |
| 11           | Tirano salvador     | <i>Tyrannus couchi</i>         | 9.174311927         |
| <b>Total</b> |                     |                                | <b>100</b>          |

#### Mamíferos

En el caso de los mamíferos se observa que la única especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 53.33 seguido por el tlacuache (*Didelphis marsupialis*) con 20 y la ardilla gris (*Sciurus yucatanensis*) con 20 respectivamente. Estas especies se adaptan bien a la presencia humana y en algunos casos cuando no son molestados sus poblaciones se incrementan rápidamente llegado a ser una molestia.

Tabla 4. 30. Valores de abundancia relativa para las especies de aves registradas en la unidad de análisis.

| #            | N. Común      | N. Científico                | Abundancia Relativa |
|--------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| 1            | Tlacuache     | <i>Didelphis marsupialis</i> | <b>20</b>           |
| 2            | Rata arrocera | <i>Oryzomys couesi</i>       | 6.666666667         |
| 3            | Tejón         | <i>Nasua narica</i>          | <b>53.33333333</b>  |
| 4            | Ardilla gris  | <i>Sciurus yucatanensis</i>  | <b>20</b>           |
| <b>TOTAL</b> |               |                              | <b>100</b>          |

### Reptiles

El grupo de los reptiles es muy difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de estos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día. En relación con la abundancia relativa se puede ver al tolock (*Basiliscus vittatus*) cuya especie es la más abundante con un valor de 77.77; en comparación del oxh can (*Boa constrictor*) y la nauyaca (*Bothrops asper*) con 11.11 respectivamente.

Tabla 4. 31. Valores de abundancia relativa para las especies de reptiles registradas en la unidad de análisis.

| No.          | N. Común | N. Científico              | Abundancia Relativa |
|--------------|----------|----------------------------|---------------------|
| 1            | Oxh can  | <i>Boa constrictor</i>     | 11.11111111         |
| 2            | Tolock   | <i>Basiliscus vittatus</i> | <b>77.77777778</b>  |
| 3            | Nauyaca  | <i>Bothrops asper</i>      | 11.11111111         |
| <b>TOTAL</b> |          |                            | <b>100</b>          |

### Anfibios

El grupo de los anfibios es aún más difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día. En relación con la abundancia relativa se puede ver a la rana trepadora (*Smilisca baudinii*) con 50, seguido por el sapo/much (*Chanus marinus*) con 37.5 y en tercer lugar la rana de charcos (*Leptodactylus melanonotus*) con 12.5.

Tabla 4. 32. Valores de abundancia relativa para las especies de anfibios registrados en la unidad de análisis.

| #            | N. Común        | N. Científico                    | Abundancia Relativa |
|--------------|-----------------|----------------------------------|---------------------|
|              | Sapo/much       | <i>Chanus marinus</i>            | 37.5                |
|              | Rana trepadora  | <i>Smilisca baudinii</i>         | <b>50</b>           |
|              | Rana de charcos | <i>Leptodactylus melanonotus</i> | 12.5                |
| <b>TOTAL</b> |                 |                                  | <b>100</b>          |

#### 4.4. Caracterización y descripción del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales

##### 4.4.1. Elementos del medio físico

##### 4.4.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos

La costa del Estado de Quintana Roo se encuentra influenciada principalmente por la presencia de los vientos dominantes del este provenientes del Mar Caribe, el cual mantiene temperaturas superficiales por arriba de los 25°C durante todo el año. Los vientos en la región tienen una alta humedad específica y la temperatura media se mantiene por encima de los 20°C durante el año.

De acuerdo con los reportes de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y los Estudios Hidrológicos del Estado de Quintana Roo, (INEGI, 2002) la porción norte del estado tomando como referencia la ciudad de Playa del Carmen, y específicamente el predio donde se establecerá el proyecto, le confiere características de velocidad de los vientos como sigue:

Tabla 4. 33. Datos de velocidad de los vientos proporcionados por CNA, (2009).

| Playa del Carmen          | Velocidad de los vientos en km/h |        |          |
|---------------------------|----------------------------------|--------|----------|
|                           | Mínima                           | Máxima | Promedio |
| Lugar cercano al proyecto | 0.01                             | 23.26  | 9.82     |

Por otra parte, se tiene que el registro de los parámetros atmosféricos de temperatura y precipitación que prevalecen en la zona más cercana al proyecto en la Riviera Maya, se lleva a cabo por la Estación Meteorológica No. 23163, ubicada en la ciudad de Playa del Carmen, dependiente de la Comisión Nacional del Agua.

Es importante mencionar que los datos aquí representados corresponden a la información más actualizada (2010), proporcionada por dicha dependencia y en el que registran datos específicos entre otros de precipitación mensual y temperatura media, correspondiente al año 2010.

Figura 4. 23. Histograma de temperatura y precipitación para la zona de estudio.

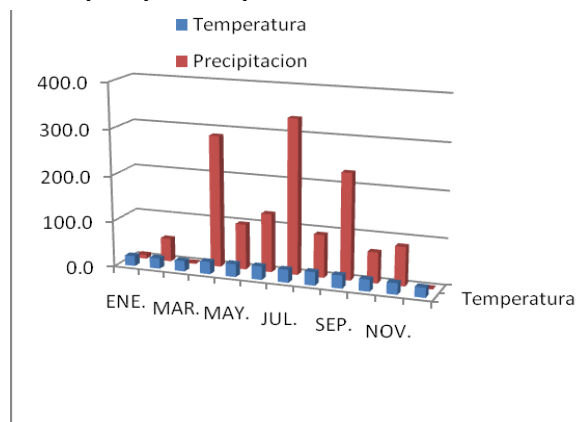
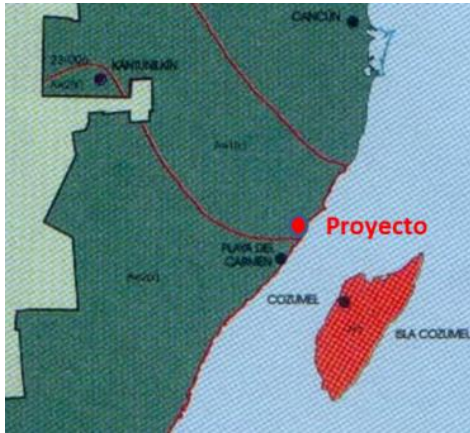


Tabla 4. 34. Temperatura y precipitación mensual estación meteorológica Playa del Carmen 2010.

| Playa 2010    | ENE. | FEB. | MAR. | ABR.  | MAY. | JUN.  | JUL.  | AGO. | SEP.  | OCT. | NOV. | DIC. | Total   |
|---------------|------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|---------|
| Temperatura   | 21.8 | 22.9 | 22.7 | 27.0  | 28.3 | 29.2  | 28.2  | 29.1 | 28.2  | 25.6 | 24.4 | 21.4 | 25.7    |
| Precipitación | 8.5  | 50.5 | 2.0  | 286.0 | 98.8 | 127.0 | 335.0 | 92.7 | 230.1 | 66.5 | 84.5 | 1.5  | 1,383.1 |

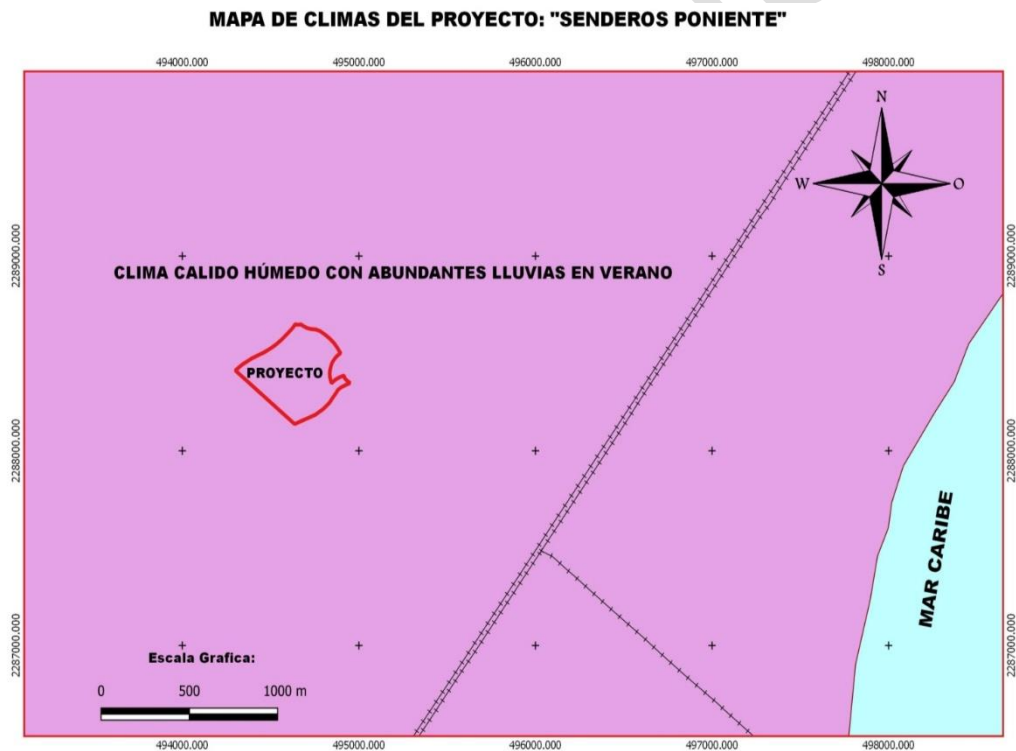


Figura 4. 24. Distribución de los tipos climáticos a nivel regional.



De acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por García (1981) y a los Estudios Hidrológicos del Estado de Quintana Roo, (INEGI, 2002), se tiene el subtipo  $Aw_1(x')$  de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos, ocupa la mayor extensión del estado, básicamente al oeste y se prolonga a los estados de Campeche y Yucatán, sin embargo también se presenta en una franja transversal desde Puerto Morelos hacia Playa del Carmen, y Kantunilkín colindante con el  $Aw_0$  y el  $Aw_2$ , manifiesta una temperatura media anual de  $26^{\circ}C$ , con diferencias de la temperatura media mensual entre el mes más caliente y el mes más frío de  $5$  y  $7^{\circ}C$ , que lo ubica entre isotermal o con poca variabilidad, por otro lado la precipitación promedio anual es de  $1100$  a  $1200$  mm. **En este tipo de clima se ubica el predio de interés.**

Figura 4. 25. Tipo de clima del predio.



#### 4.4.1.2. Tipo de suelo

### Leptosoles

De acuerdo con la clasificación actualizada de la FAO/UNESCO (2006) y modificada en el 2007 para el predio de estudio y en específico la zona norte de Quintana Roo, se reportan el grupo de suelo denominado Leptosoles.

De acuerdo con la Carta Edafológica Cozumel F-16-11 (INEGI, 2007), se reconoce que para el predio de interés se distribuyen los suelos del tipo: Leptosol lítico de textura media

Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas.

Los Leptosoles incluyen los: **Litosoles** del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); subgrupos *Lítico* del orden *Entisol* (Estados Unidos de Norteamérica); *Leptic Rudosols* y *Tenosols* (Australia); y *Petrozems* y *Litozems* (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las **Rendzinas**, y aquellos sobre otras rocas, a los **Rankers**. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Así también de acuerdo con la cartografía del INEGI, que rige actualmente la clasificación de los suelos en México se reconoce la siguiente asociación de suelo para el proyecto: Leptosol. Este grupo de suelo se distribuye con mayor presencia en la zona norte en este se puede observar desde selva baja, selva mediana y vegetación secundaria además de establecimiento de cultivos. **En este tipo de suelo se ubica el predio de interés.**

Figura 4. 26. Distribución de los tipos edáficos en la zona de interés.

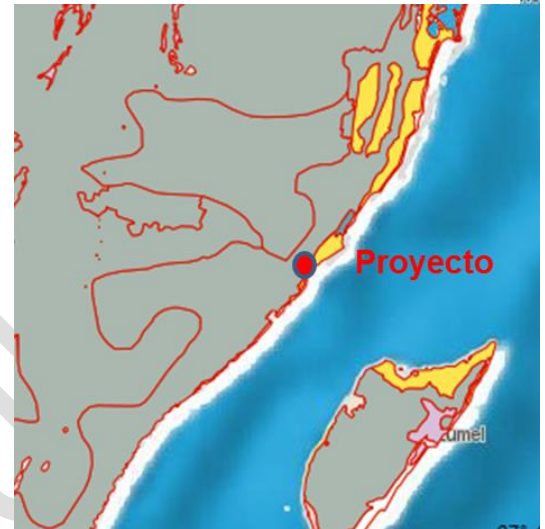


Figura 4. 27. Captura fotografica de las condiciones del suelo en el predio del proyecto.



Estos suelos presentan altas restricciones para su utilización con propósito agrícola debido a su escaso espesor y su abundante pedregosidad que afectan el crecimiento de las plantas, sin embargo, presentan buen drenaje que favorece la filtración del agua.

Para el predio en particular se puede mencionar que se observa afloramiento de roca distribuida en forma regular con presencia de poca materia orgánica sobre la cual se ha establecido la vegetación de selva mediana.

### Estado de conservación del suelo

La cubierta vegetal juega un papel muy importante en la cobertura del predio de estudio tal es el caso que al desmontar y/o impactarla por algún acontecimiento ciclónico o de otra naturaleza el suelo queda expuesto a sufrir erosión, sin embargo este proceso es relativamente rápido ya que es utilizado para otro objetivo ya sea construcciones, actividades agropecuarias o se inicia un proceso de recuperación por lo que es importante mencionar que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación en la zona por el paso de estos fenómenos, esta se encuentra en franco proceso de recuperación por lo que el suelo muy pocas veces se queda sin cubierta vegetal y la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente.

Los Leptosoles ocupan el primer lugar por superficie a nivel estatal; son suelos jóvenes muy someros que sobreyacen a roca altamente calcárea (más de 40% CaCO<sub>3</sub>) dentro de los 25 cm. de profundidad. Son considerados suelos con factores limitantes agro-productivos, por tanto, no son muy recomendables para la agricultura convencional y en menor grado para el desarrollo de una agricultura mecanizada; el uso principal de este suelo es para agostadero.

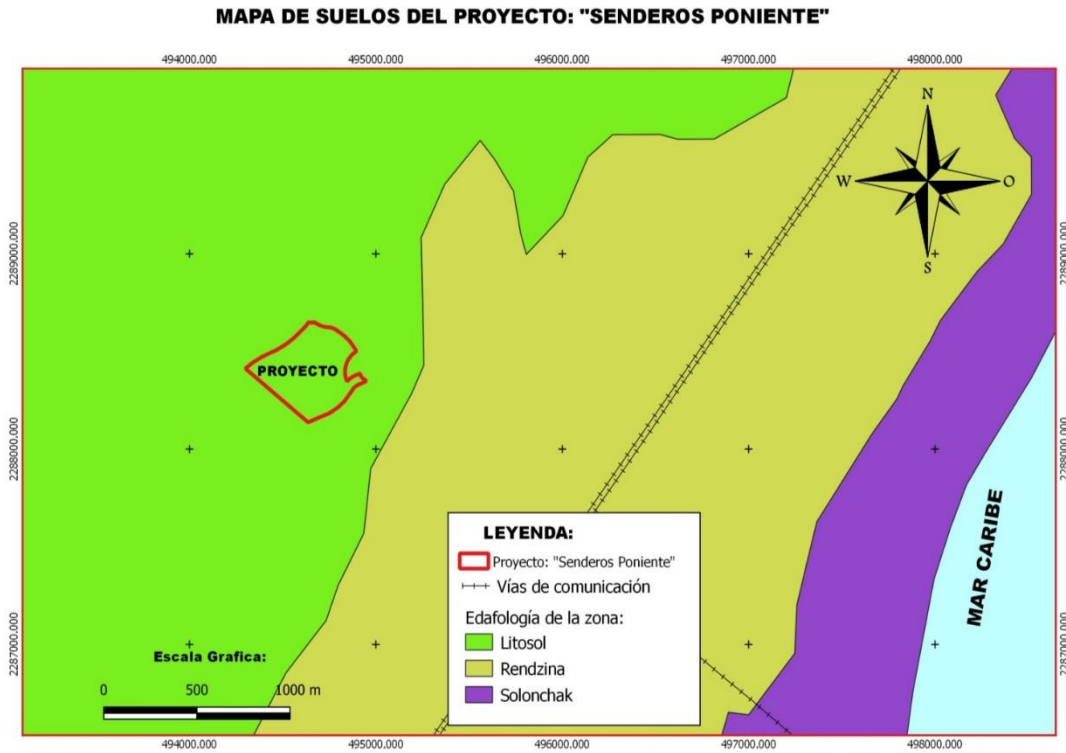
Por otra parte, en la región estos suelos sustentan vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia, Selva Mediana Subperennifolia, Selva Mediana Caducifolia, Selva Baja Espinosa, Pastizales, etc. De esta manera, la cubierta vegetal juega un papel muy importante en la conservación de los suelos. Además, se considera el escaso perfil topográfico y donde las altitudes mayores se ubican por lo 20 msnm. La ausencia de escurrimientos es otro factor que ayuda a la conservación de los suelos, ya que el agua de lluvia se distribuye a manera de flujos laminares limitando los procesos de erosión.

En el caso del predio de interés, este se cubre en un 100% por la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Es por ello por lo que la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente. Lo cual se confirma de acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México (Apartado 4.3.1.2). Compendio de Estadísticas Ambientales (2008) de la SEMARNAT<sup>5</sup>, se reconoce que prácticamente toda la Península de Yucatán está incluida dentro de una zona definida como nula en términos de erosión hídrica potencial ya que esta alcanza un valor menor a los 5 ton/Ha/año. Además de que la erosión eólica potencial alcanza el mismo valor solamente que este corresponde únicamente con la zona norte del estado Quintana Roo.

---

<sup>5</sup> [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_2008/03\\_suelos/cap3\\_2.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_2.html)

Figura 4. 28. Tipos de suelo del proyecto.



4.4.1.3. *Condiciones fisiográficas del predio del interés (topografía, pendientes, relieve)*

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

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

Figura 4. 29. Ubicación del proyecto con respecto a las provincias fisiográficas.



La subprovincia Carso Yucateco, donde se ubica la cuenca 32A (subcuenca "d"), cubre una mayor extensión de superficie del estado llegando hasta la costa norte de la entidad, en donde se ubica el predio de interés, desde el punto de vista topográfico se trata de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestada por la presencia de rasgos de disolución. Durante el cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación de playas y dunas arenosas.

Esta subprovincia se distingue por su topografía cárstica, la cual presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (localmente denominadas cenotes) y en algunas de las cuales se asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial, generalmente es una llanura con piso rocoso segmentado y salino con presencia de playas y duna costera.

Relieve del terreno, elevaciones, cerros, montañas, porcentajes mínimos y máximos de pendiente y exposiciones predominantes.

El predio de estudio, en particular se encuentra dentro de la subprovincia Carso Yucateco, esta subprovincia se distingue por una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente (del 5%) descendente hasta el nivel del mar (oriente), con un relieve de pequeñas ondulaciones en que se alternan crestas y depresiones conformando elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste (colindante hacia el estado de Yucatán).

Dada la solubilidad de las rocas son frecuentes las depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, muestran en términos generales una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en su extensión de un sistema de drenaje superficial.

**Pendiente media**

La zona norte de la entidad presenta en su parte media y occidental depresiones pequeñas de menor relieve, casi planas, con altitudes de hasta 20 msnm, con relativo decremento hacia la costa. La zona de estudio tiene una ligera pendiente del 0.5%, considerándola como poco significativa.

**Relieve**

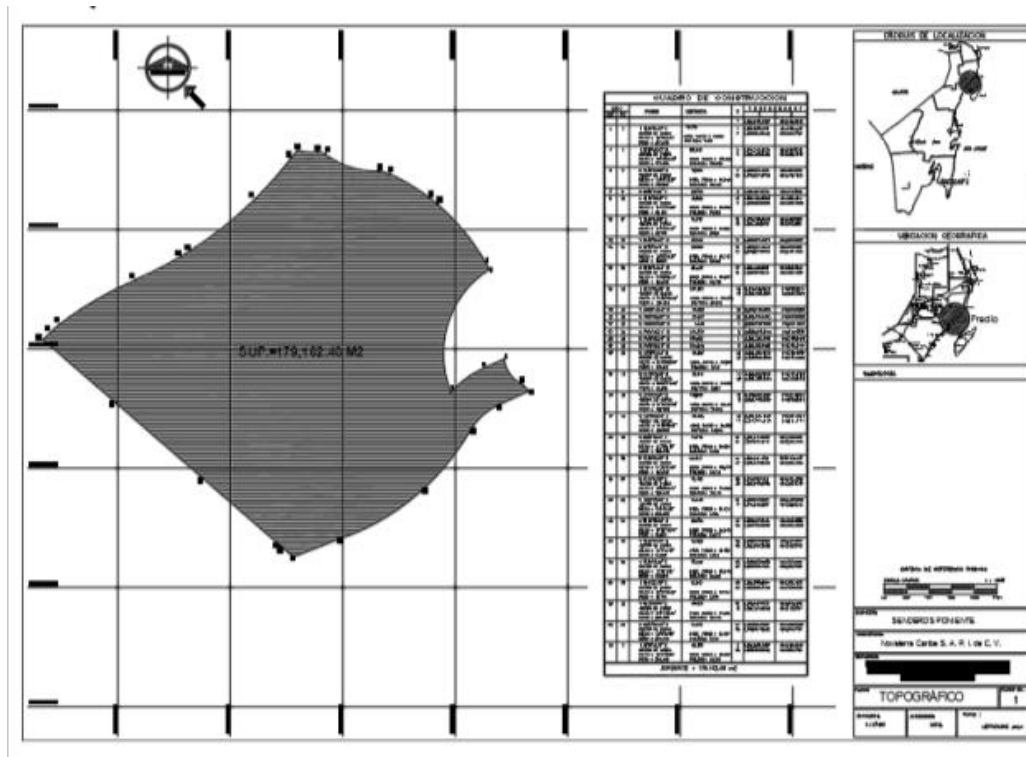
Quintana Roo presenta una composición geológica más o menos homogénea en toda su extensión. Además, es relevante mencionar las condiciones del relieve y las características del comportamiento hidrológico superficial y subterráneo que muestran una serie de relaciones recíprocas que resulta prácticamente imposible hablar de un solo aspecto.

Hacia el noroeste de la entidad el relieve desciende con una ligera pendiente hacia el oriente, presenta alturas máximas de 22 msnm en su parte suroeste; muestra un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones, característico de la carsticidad de la roca caliza que lo conforma, representando desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, en algunas de las cuales asoma la superficie freática (cenotes), presenta también áreas inundables, localizándose las más extensas de ellas en la porción norte del estado.

Por la parte centro oriental del estado se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente con reducida elevación sobre el nivel del mar, en esta área existen cenotes de gran tamaño varias lagunas y vastas áreas inundables algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

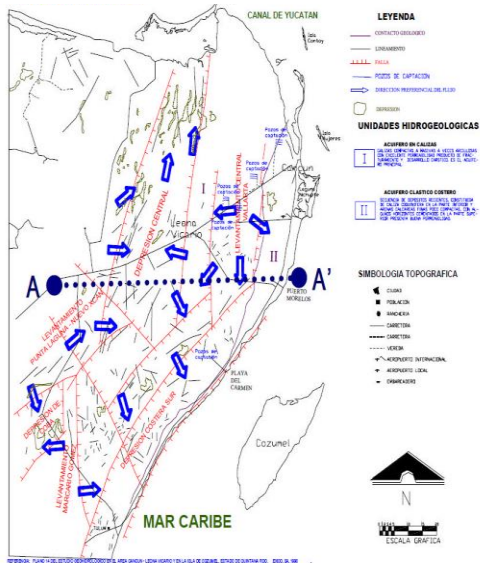
En particular para el predio de estudio de acuerdo con el plano topográfico presentado en este documento puede apreciarse que tiene forma irregular y presenta una ligera pendiente del 0.5% hacia el nivel del mar.

Figura 4. 30. Plano topográfico del predio.



4.4.1.4. Hidrología

Figura 4. 31. Dirección del flujo hidrológico en la región de interés.



Desde el punto de vista geohidrológico en la región, se consideran como representativas las definiciones de los acuíferos hechos por EXYCO (1990). En la siguiente figura, se muestran los fracturamientos principales y secundarios del estado de Quintana Roo y se definen las direcciones de flujo basado en la geología estructural. A su vez estas direcciones de flujo son corroboradas y validadas mediante métodos geohidrológicos. (CAPAGHCI.C.2010)

De acuerdo con los estudios hidrológicos del estado (INEGI 2002), y la Comisión Nacional del Agua, la zona correspondiente a la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A (subcuenca d), se caracteriza por tener precipitaciones promedio del orden de los 1200 mm anuales, así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y el relieve de este que es sensiblemente plano (0.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Estos procesos determinan que en la región no existan ríos superficiales y que todo el drenaje sea subterráneo dirigiéndose desde los sitios de recarga hacia la descarga litoral de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, por otra parte, la hidrología superficial del predio del proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

Por otra parte, de acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, se considera que el municipio se ubica dentro de la Cuenca 32A y cuenta con una superficie de 2'128,054.31 m<sup>2</sup> (212,805.45 has), así mismo y de acuerdo con la caracterización municipal se distribuyen distintos tipos de vegetación.

De acuerdo con los datos señalados y tomando en consideración únicamente los ecosistemas de Selva Mediana subperennifolia y la Vegetación secundaria derivada de la misma, se registra que para el municipio estos ambientes alcanzan cobertura en una superficie combinada de 174,449.85 has. Asimismo, estas zonas se encuentran cubiertas de vegetación natural, lo que facilita que el agua de lluvia se percole libremente, contribuyendo a la formación y recuperación del acuífero.

En este sentido, el proyecto afectará 10.66 hectáreas, lo que representa tan solo un 0.00611063867% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio. Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 7.25 has (40.48%) que quedará en pie formando parte del proyecto.

#### 4.4.1.5. *Geología*

El marco geológico de Quintana Roo está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en los periodos Terciario y Cuaternario, en los últimos 66 millones de años. Las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas tercalaciones de margas y yeso; datan del Paleoceno al Eoceno (66-52 millones de años), y afloran en la porción sur del estado, presentando espesores de varios cientos de metros. Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad, se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años), cuyo espesor promedio es de hasta 185 m.

La porción norte del estado, en donde se ubica la Riviera Maya, (zona del proyecto) las capas geológicas superiores sobreyacen a calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años) y sedimentos de tipo arcillosos y depósitos evaporíticos que rellenaron depresiones existentes

durante el Terciario Superior y el Cuaternario (en los últimos 23 millones de años). En el área del predio objeto de estudio afloran rocas calcáreas del pleistoceno.

En dicha porción norte del estado se observan rocas coronadas en la parte oeste y este (costa) por una capa discontinua de caliza compacta (caliche) y en la parte central, por arenas, arcillas y lodos calcáreos de espesor variable. Los rasgos estructurales principales consisten en depresiones cársticas sobre ejes de fracturamiento con orientaciones NE-SW y SW-NE. Las estructuras mayores corresponden a fosas o depresiones con depósitos aluviales y de terrígenos como arenas y lodos calcáreos, en donde se han desarrollado las aguadas con tasiste y zacate cortadera.

### Litología.

La constitución geológica del norte del estado de Quintana Roo, en específico el área de estudio, al igual que en toda la Península de Yucatán, es de tipo calcáreo y de relativamente, reciente emersión, con elevado contenido de rocas sedimentarias marinas calizas, con abundante pedacería y fragmentos diminutos de conchas, coral y arena gruesa de origen biogénico.

Esta región está situada sobre un lecho calcáreo que data del Pleistoceno Tardío (hace 20,000 – 25,000 años). A lo largo de la costa, el lecho rocoso está cubierto por un depósito de material poco firme conformado por arena en las playas en el litoral- y lodos con un alto contenido de materia orgánica en los humedales detrás de la costa, ambos se formaron durante el presente ciclo de sedimentación (desde el Holoceno hace 5,000 años hasta la actualidad).

El predio de estudio corresponde al Cuaternario Q(cz) que está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas.

Por otra parte, las rocas que se ubican en el área del proyecto corresponden a tres tipos fundamentales:

1. Rocas con superficie kárstica. Estas son rocas de forma más o menos esférica y con gran número de entrantes y salientes, que dan la impresión de ser un material modelado y presionado con los dedos; la cubierta exterior es de color gris claro a oscuro; en el interior se aprecian inclusiones de color rojo, amarillo o crema, no presentan incrustaciones de conchas.
2. Rocas calcáreas. Éstas presentan una cubierta exterior negra o gris y su interior de color blanco, con pequeñas incrustaciones blancas, rojas o amarillentas, en forma anular o tubular, contienen inclusiones de conchas fósiles.
3. El sahkab. Esta es una roca calcárea de origen sedimentario formada por concentración de soluciones. Posee pequeñas cantidades de óxidos e hidróxidos de hierro, arcilla y feldspatos. El

Figura 4. 32. Tipos geológicos en la zona de interés.

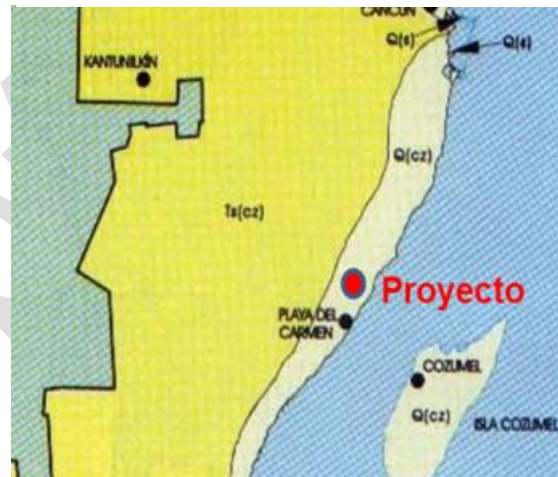
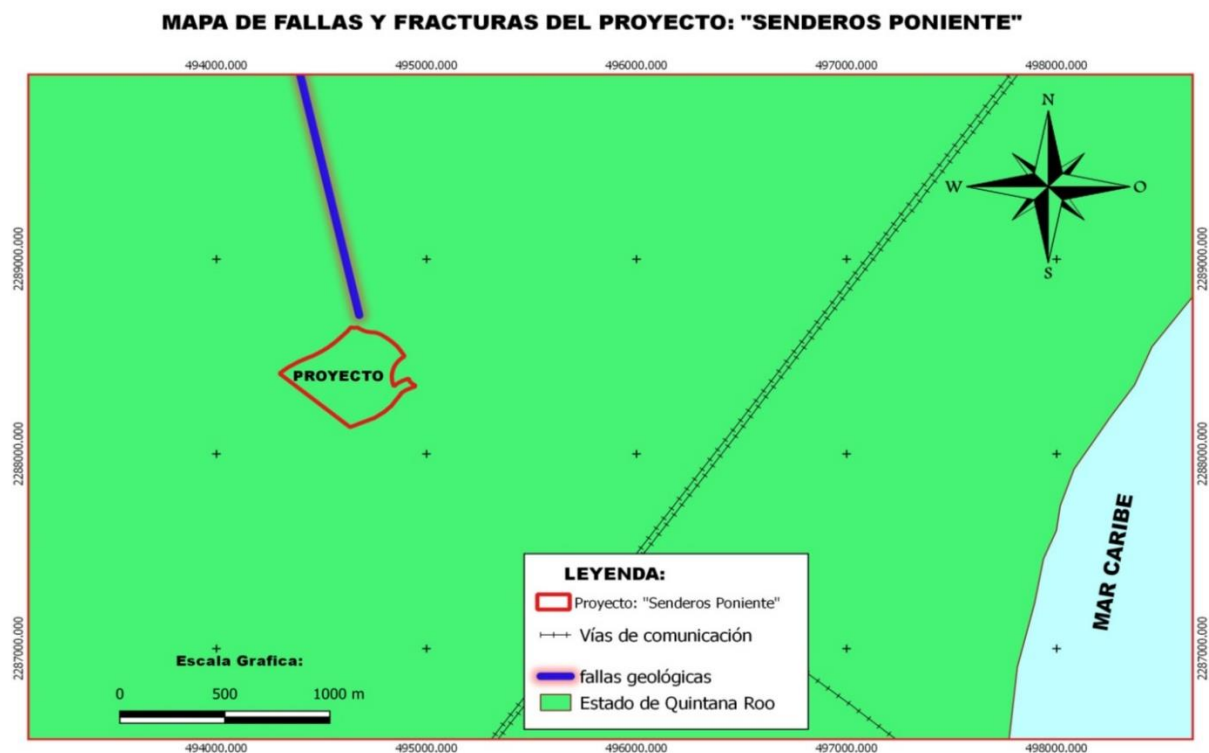






Figura 4. 34. Plano de fallas y fracturamiento



#### 4.4.2. Descripción de los elementos biológicos en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales

##### 4.4.2.1. Vegetación

De acuerdo con la guía para la interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014. Los diferentes tipos de vegetación que se presentan, su agrupación se basa en afinidades ecológicas, florísticas y fisonómicas, considerando que estas se agrupan en primera instancia por cuestiones climáticas, aunque en ocasiones los aspectos edafológicos, geológicos y topográficos toman una especial relevancia.

Otro aspecto que considera el sistema de clasificación es el que se denomina *Desarrollo de la Vegetación* que agrupa a la vegetación por su grado de afectación, ya sea por causas naturales o antropogénicas, así pues, se habla de vegetación primaria, esto es sin disturbio o bajo nivel de este o secundaria, que es aquella que debido a perturbaciones ha sido modificada y presenta el proceso de sucesión.

Desarrollo de la vegetación (INEGI, 2014) Este concepto se refiere a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera lo siguiente:

- Vegetación primaria: es aquella en que la vegetación no presenta alteraciones significativas o la degradación no están manifiesta.
- Vegetación secundaria: Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

Por otra parte, INEGI (2014) en la guía correspondiente se menciona: *Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida.*

A causa de la complejidad de definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística y ecológica y su difícil interpretación aun en campo, se consideran con base en las formas de vida presentes y su altura tres fases:

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación Secundaria arbórea

Durante los recorridos realizados a lo largo de la carretera federal No. 307 tramo Playa del Carmen – Puerto Morelos, pasando por los grandes desarrollos turísticos a ambos lados de la carretera federal se observa que la vegetación natural ha sido transformada acorde a las necesidades de requerimiento y servicios que demanda la zona turística y el incremento de la población, es por esta razón que la vegetación original de selva que reportan los distintos autores para el tramo, se ha venido reemplazando por diferentes asociaciones vegetales a causa de las diferentes acciones como es el desmonte de áreas para el establecimiento de nuevos proyectos y efecto de orilla principalmente.

Tal es el caso para este predio en particular donde actualmente se ubicara el proyecto, de acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie VI, INEG 2017 y las observaciones realizadas, este tipo de vegetación cubre el 100% de la totalidad del predio y corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades atreves de los años como la agropecuaria. Misma que fue abandonada hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región (Beulah, 1967, Gilberto, 1988, Wilma 2005, entre otros). De esta manera, se considera que este ecosistema en si corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que se observan de forma aislada como es el caso del chicozapote (*Manilkara zapota*). Por otra parte, la superficie que se afectará para el establecimiento del proyecto es de 10.66 hectáreas.

Figura 4. 35. Estado de conservación en el predio de interés.



A diferencia de los parámetros de altura que se manifiestan en la serie VI, INEG 2017, para este tipo de vegetación esta se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan entre 8 y los 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo se ha aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968)

Actualmente se observa a esta zona como una selva mediana con vegetación secundaria arbórea con alturas de 8 a 10 m y posiblemente algunos individuos más altos y diámetros entre 5 y 30 cm. donde los elementos componentes principales son las leguminosas como el tzalam (*Lysiloma latifolium*), el jabin (*Piscidia piscipula*) y kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), entre otros, así también el chacá (*Bursera simaruba*), ficus (*Ficus cotinifolia*), chechem (*Metopium brownei*), y además de la poca presencia de las palmas chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*) especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la presencia de algunos relictos de chicozapote (*Manilkara zapota*).

Así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presentes en la vegetación, es por ello por lo que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados.

Esta asociación vegetal en el área de estudio se constituye como una comunidad de tipo arbóreo-arbustiva, la altura en general varía entre los 8 y 10 m **con buen grado de conservación**. En general, presenta una estructura semi abierta en donde la gran mayoría de los elementos arbóreos que la integran se ubican dentro de las categorías de 5 a 30 cm de DAP y con árboles mucho más corpulentos, pero de tipo aislado, como es el caso del chicozapote entre otros. De acuerdo con el listado florístico presentado por estratos, esta asociación se caracteriza por la presencia de al menos 49 especies distribuidas en 25 familias sobresaliendo las especies perennifolias como la guaya (*Melicoccus oliviformis*), el chicozapote (*Manilkara zapota*), entre otros. Además de aquellos elementos caducifolios como son el chacá (*Bursera simaruba*), el jabin (*Piscidia piscipula*), ya' axnic (*Vitex gaumeri*), entre otros.

Figura 4. 36. Condiciones estructurales del estrato arbóreo en el predio del proyecto.



Esta asociación presenta un estrato medio-alto (arbóreo) de entre 5 a 10 m de altura en donde se observan individuos de las especies de, chechem (*Metopium brownei*), chaca (*Bursera simaruba*), jabin (*Piscidia piscipula*) entre otros, así también el ficus (*Ficus cotinifolia*) que generalmente se presenta con dos o tres individuos por surco. La estructura horizontal se complementa con un estrato arbustivo entre 3.1 a 4.9 m, con presencia de especies como, dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*), majagua blanca (*Hampea trilobata*), las palmas chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*) el peres-kuch (*Croton glabellus*) y el sak itsa (*Neomillspaughia emarginata*), entre otros, finalmente se tiene el estrato herbáceo-arbustivo que va de nivel del suelo hasta los 2.9 mts compuesto por la regeneración de los adultos presente además de la palma xiat (*Chamaedorea zeifizi*), la chaya (*Cnidioscolus multilobus*), el chilar (*Rivina humilis*), el plomoche (*Ardisia escallonioides*) y la presencia de bejucos como el sac ak (*Cydista potosina*) y el yax ak (*Arrabidea podopogon*) entre otros.

Una característica adicional de esta vegetación es la poca presencia de las palmas chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*) especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En relación con las epifitas, es importante mencionar para el predio de estudio en específico, durante los recorridos para la toma de datos de vegetación no se observó la presencia de orquídea y/o bromelias, por lo que se entiende que esta zona no reúne las condiciones necesarias para su establecimiento.

Los factores físicos que condicionan la distribución de esta asociación corresponden a la presencia de suelos ligeramente evolucionados, rocosos, así como presencia de materia orgánica en descomposición. El suelo en el área es de tipo tzeke (*Litosol-Rendzinas*), con afloramiento de roca, por lo que presenta muy fácil drenaje aún durante la época lluviosa del año.

A pesar de las consideraciones antes referidas, debe mencionarse, que este tipo de vegetación de acuerdo con la normatividad vigente sigue siendo una asociación forestal con grado de selva (vegetación secundaria arbórea) por lo que el resto de la vegetación natural (40.48%) se mantendrá como área natural o de conservación.

### Caracterización del predio.

Como se ha descrito en el numeral anterior, de acuerdo con la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie VI, INEG 2017 y las observaciones realizadas en campo, la vegetación que cubre el 100% de la totalidad del predio del proyecto corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea).

La vegetación del predio del proyecto está constituida por asociaciones vegetales de clima cálido. Asimismo, estas asociaciones se distribuyen acordes con la geomorfología de la Península de Yucatán, es decir, que se manifiestan a manera de amplias franjas dependientes de la antigüedad geológica de los mantos rocosos y de la disponibilidad de los recursos hídricos.

Por otra parte, el predio donde se pretende el establecimiento del proyecto se ubica cerca de la costa del mar Caribe, por ello se ve influenciado por los fenómenos hidrometeorológicos que afectan año con año dicha región. No obstante, de los efectos negativos que se han ocasionado en la vegetación de la región, se debe hacer mención que es posible determinar los patrones de distribución de los distintos ecosistemas que se distribuyen en la zona, puesto que estos permanecen en el área en un proceso de recuperación.

Tabla 4. 35. Caracterización del predio.

| Concepto                                 | Superficie (has.) | %          |
|--|-------------------|------------|
| Selva mediana subperennifolia/vs arbórea | 17.92             | 100        |
| <b>Total</b>                             | <b>17.92</b>      | <b>100</b> |

Figura 4. 37. Condiciones ambientales en la selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea en el predio de interés.



Figura 4. 38. Plano de vegetación de acuerdo con el INEGI

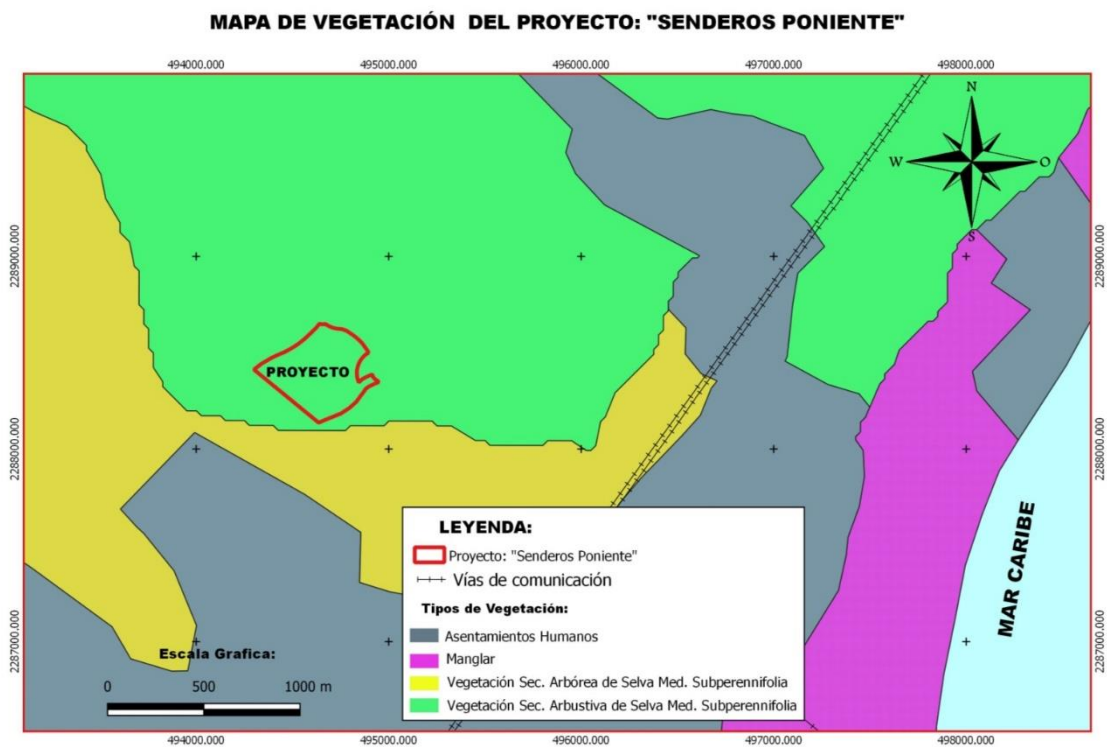
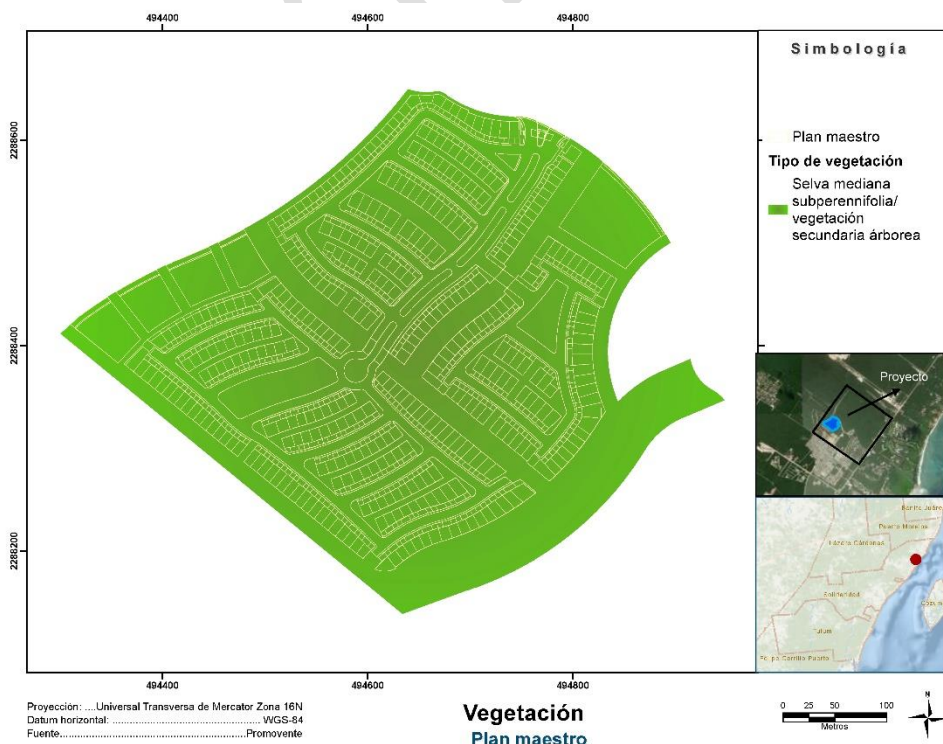


Figura 4. 39. Tipos de vegetación del predio. (Caracterización propia)



Principales causas de deterioro de la vegetación y del suelo, así como grados de erosión presente.

La principal causa del deterioro de la vegetación en la zona específica del predio se puede mencionar la afectación constante por huracanes ya que esta zona se encuentra expuesta a la manifestación de intemperismos severos (tormentas y huracanes). En el caso de los huracanes se tiene el registro del huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona y que cambió drásticamente la vegetación.

Por otra parte se menciona que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación en la zona por el paso de estos fenómenos, esta se encuentra en franco proceso de recuperación considerándose como grado medio de conservación por lo que el suelo no se queda sin cubierta vegetal ya que los árboles de la selva son corpulentos y sus frondosas copas se extienden como un techo alto bajo el cual crecen árboles más pequeños, arbustos, ello amortigua directamente la caída del agua de lluvia que finalmente baja por sus tallos y hojas evitando así formar escurrimiento de gran tamaño que contribuya a un grado fuerte de erosión, es por esta razón que se considera sin degradación aparente, además que el relieve de la zona del predio es una porción prácticamente plana y de acuerdo al INEGI (estudios hidrológicos de Quintana Roo 2002), con una ligera pendiente del 0.5%, considerándola como poco significativa.

Es importante mencionar que para conocer el estado en que se encuentra la vegetación de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea presente en el mismo, se realizó el muestreo correspondiente tomando como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y procedimientos. Acuerdo México – Alemania. Basado en sitios circulares (parcelas de 500 m<sup>2</sup>) y cuyas coordenadas de los sitios son las siguientes:

**Tabla 4. 36. Coordenadas UTM de cada uno de los sitios de muestreo de flora del predio.**

| Faja | Sitio | Coordenadas UTM |         |
|------|-------|-----------------|---------|
|      |       | X               | Y       |
| 1    | 1     | 494645          | 2288582 |
|      | 2     | 494728          | 2288525 |
|      | 3     | 494794          | 2288478 |
|      | 4     | 494835          | 2288453 |
| 2    | 1     | 494584          | 2288479 |
|      | 2     | 494661          | 2288443 |
|      | 3     | 494747          | 2288395 |
|      | 4     | 494804          | 2288363 |
| 3    | 1     | 494517          | 2288431 |
|      | 2     | 494601          | 2288376 |
|      | 3     | 494685          | 2288315 |
|      | 4     | 494737          | 2288280 |

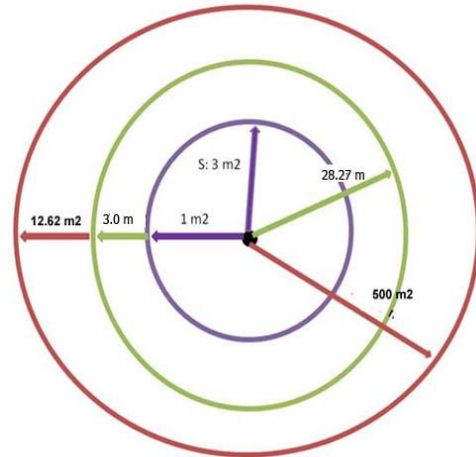


#### 4.4.2.1.1. Metodología detallada para el muestreo de vegetación de los tres estratos del área sujeta a cambio de uso de suelo.

La toma de datos de campo se realizó de acuerdo con las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva mediana subperennifolia presente en el área del predio del proyecto, se levantaron 12 sitios circulares de 500 m<sup>2</sup> cada uno distribuidos en 5 líneas de muestreo. Esto dividido de la siguiente manera:

Para tal fin se utilizó un muestreo sistemático aplicando la técnica de muestreo por sitios circulares concéntricos con diferentes superficies (todos dentro de un mismo círculo) el cual suman una superficie total de 500 m<sup>2</sup>, es decir para el arbolado de 10 cm en adelante se utilizó el círculo con un radio de 12.62 m a partir del centro dando una total de 500 m<sup>2</sup>, para el arbolado entre 5 y 9.9 cm de diámetro se utilizó un círculo con un radio de 3 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 28.27 m<sup>2</sup> y para la regeneración que va desde nivel de suelo hasta los 4.9 cm de diámetro se utilizó un círculo de 1 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 3. m<sup>2</sup>. (Anexo digital datos del predio).

Figura 4. 40. Diseño de muestreo.



En cada sitio se tomaron los parámetros siguientes:

- Sitio de 500 m<sup>2</sup> todos aquellos arboles por especie con DAP (diámetro a la altura del pecho) de 10 cm en adelante.
- Sitio de 28.27 m<sup>2</sup> Todos aquellos arbustos por especie con diámetros entre 5 y 9.9 cm.
- Sitio de 3 m<sup>2</sup> Se contabilizaron los individuos por especie con diámetros de 1 hasta 4.9 cm.
- Se anotó el nombre común de las especies presentes en el levantamiento de datos.
- El Proceso de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001, editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste).

Es importante señalar que una vez obtenido la información de campo se procede a procesar dicha información clasificando el arbolado en general de acuerdo con su forma biológica o forma de vida, por lo que es entonces cuando se estructura el listado florístico por estratos ubicando así a cada individuo en el listado general según corresponda a estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo

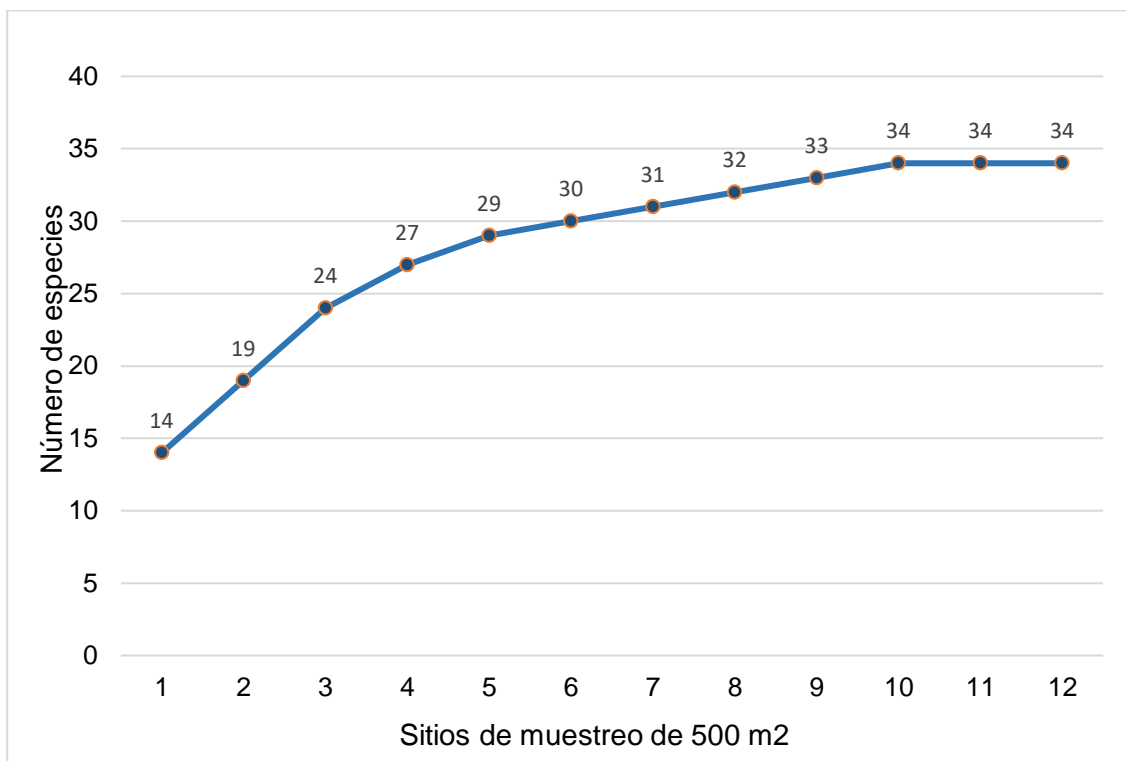
De esta misma forma y en base a la distribución de dichos individuos por sitio de muestreo se elabora la tabla correspondiente para obtener la frecuencia por sitio y esta a su vez, sirve para la obtención del IVI (Índice de Valor de Importancia) mismo que viene de forma detallada en el apartado correspondiente.

#### **Curva de especie área para la vegetación de selva mediana subperennifolia.**

Ante la carencia de estudios específicos realizados en la zona y que señalen el tamaño del área de muestreo que habrá de permitir el mejor entendimiento de la estructura de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, se realizó el análisis de área mínima necesaria. De esta manera, en la siguiente figura, se muestra la relación obtenida, en donde se representa la superficie muestreada en total de 12 sitios circulares de 500 m<sup>2</sup> cada uno, con relación al número de especies arbóreas encontradas,

observándose el patrón típico en donde se alcanza un máximo de acumulación de especies y al alcanzar la asíntota la curva se mantiene más o menos constante, lo cual indica que se ha encontrado el mayor número de especies que ahí se distribuyen.

Figura 4. 41. Curva de acumulación de especie por área.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, es evidente que para el estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea que se distribuye en el predio de interés, se requiere una superficie mínima de muestreo del orden de los 5,000 m<sup>2</sup>. De acuerdo con los datos anteriores, se considera que los resultados obtenidos a través del presente estudio son válidos y representativos, ya que se ha alcanzado una superficie muestreo de 6,000 m<sup>2</sup>. Asimismo, en el Anexo 4.1 que acompaña al presente documento, se puede consultar los datos obtenidos durante el inventario forestal realizado.

Tabla 4. 37. Especies presente en el predio del proyecto por estratos

| #                      | Nombre común       | Especie                          | Familia      |
|------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------|
| <b>Estrato arbóreo</b> |                    |                                  |              |
| 1                      | Alamo              | <i>Ficus cotinifolia</i>         | Moraceae     |
| 2                      | Boichic (bop)      | <i>Coccoloba spicata</i>         | Poligonaceae |
| 3                      | Bojon              | <i>Cordia gerascantus</i>        | Boraginaceae |
| 4                      | Bolchiche (uvilla) | <i>Coccoloba diversifolia</i>    | Poligonaceae |
| 5                      | Canchunup          | <i>Thouinia paucidentata</i>     | Sapindaceae  |
| 6                      | Caracolillo        | <i>Sideroxylom fuetidissimum</i> | Zapotaceae   |

| #                        | Nombre común   | Especie                           | Familia       |
|--------------------------|----------------|-----------------------------------|---------------|
| 7                        | Chaca          | <i>Bursera simaruba</i>           | Burseraceae   |
| 8                        | Chacni         | <i>Calyptanthus pallens</i>       | Myrtaceae.    |
| 9                        | Chacte-viga    | <i>Caesalpinia violaceae</i>      | Fabaceae      |
| 10                       | Chechem negro  | <i>Metopium brownei</i>           | Anacardiaceae |
| 11                       | Cocoite blanco | <i>Gliricidia sepium</i>          | Fabaceae      |
| 12                       | Flor de mayo   | <i>Plumeria rubra</i>             | Apocynaceae   |
| 13                       | Guaya          | <i>Melicoccus oliviformis</i>     | Sapindaceae   |
| 14                       | Guayabillo     | <i>Psidium sartorianum</i>        | Myrtaceae.    |
| 15                       | Guayacte       | <i>Malpigia lundeli</i>           | Malpighiaceae |
| 16                       | Higo           | <i>Ficus maxima</i>               | Moraceae      |
| 17                       | Jabin          | <i>Piscidia piscipula</i>         | Fabaceae      |
| 18                       | Kanazin        | <i>Loncocarpus rugosus</i>        | Fabaceae      |
| 19                       | Katalox        | <i>Swartzia cubensis</i>          | Fabaceae      |
| 20                       | Kitanche       | <i>Caesalpinia gaumeri</i>        | Fabaceae      |
| 21                       | Palo de gas    | <i>Amiris sylvatica</i>           | Rutaceae      |
| 22                       | Roble          | <i>Ehretia tinifolia</i>          | Boraginaceae. |
| 23                       | Ruda           | <i>Diphysa cartagenensis</i>      | Rutáceae      |
| 24                       | Shuul blanco   | <i>Lonchocarpus xuul</i>          | Fabaceae      |
| 25                       | Silil          | <i>Diospyrus cuneata</i>          | Evenaceae     |
| 26                       | Sipche         | <i>Bunchosia swartziana</i>       | Malpighiaceae |
| 27                       | Siricote       | <i>Cordia dodecandra</i>          | Boraginaceae  |
| 28                       | Subinche       | <i>Acacia dolichostaquia</i>      | Fabaceae      |
| 29                       | Tadzi          | <i>Nea tenuis</i>                 | Nyctaginaceae |
| 30                       | Tojyub         | <i>Coccoloba acapulcensis</i>     | Poligonaceae  |
| 31                       | Tres marias    | <i>Forchammeria trifoliata</i>    | Capparaceae   |
| 32                       | Tzalam         | <i>Lysiloma latisiliquum</i>      | Fabaceae      |
| 33                       | Ya'axnik       | <i>Vitex gaumeri</i>              | Lamiaceae     |
| <b>Estrato arbustivo</b> |                |                                   |               |
| 1                        | Majagua blanca | <i>Hampea trilobata</i>           | Malvaceae     |
| 2                        | Nakas          | <i>Coccothrinax readii</i>        | Arecaceae     |
| 3                        | Peres-kuch     | <i>Croton glabellus</i>           | Euphorbiaceae |
| 4                        | Huano blanco   | <i>Sabal yapa</i>                 | Arecaceae     |
| 5                        | Chit           | <i>Thrinax radiata</i>            | Arecaceae     |
| 6                        | Dzidzilche     | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | Poligonaceae  |
| 7                        | Sak iitsa      | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | Poligonaceae  |
| <b>Estrato herbáceo</b>  |                |                                   |               |
| 1                        | Chaya          | <i>Cnidocolus multilobus</i>      | Euphorbiaceae |
| 2                        | Chilar         | <i>Rivina humilis</i>             | Palaemonoidea |
| 3                        | Paulinea       | <i>Paullinia pinnata</i>          | Sapindáceae   |
| 4                        | Sac ak         | <i>Cydista potosina</i>           | Bignoniaceae  |

| # | Nombre común     | Especie                       | Familia      |
|---|------------------|-------------------------------|--------------|
| 5 | Serjania         | <i>Serjania yucatanensis</i>  | Sapindaceae  |
| 6 | Sicotria nervosa | <i>Sicotria nervosa</i>       | Rubiaceae    |
| 7 | Xiat             | <i>Chamaedoreea zeifrizii</i> | Arecaceae    |
| 8 | Xnantus          | <i>Ichnanthus lanceolatus</i> | Poaceae      |
| 9 | Yax ak           | <i>Arrabidea podopogon</i>    | Bignoniaceae |

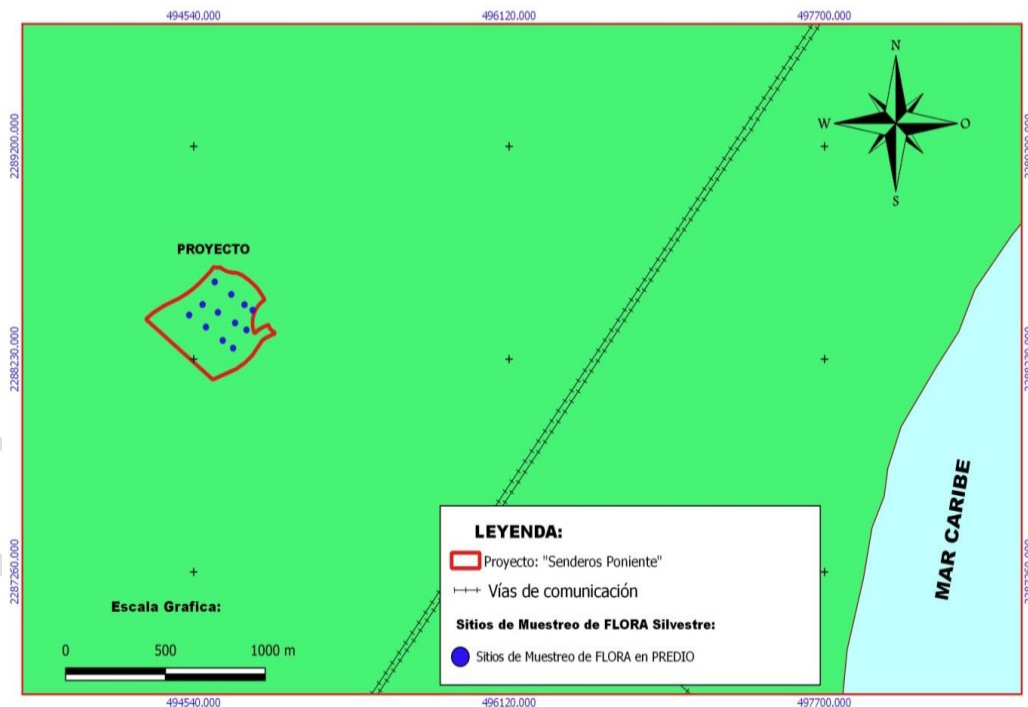
**Listado florístico por tipo de vegetación identificando aquellas especies en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Tabla 4. 38. Especies con categoría de riesgo del predio y su distribución de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010.

| Nombre científico          | Nombre común | Estrato   | Categoría de riesgo y distribución de acuerdo a la NOM-059-2010 |
|----------------------------|--------------|-----------|---|
| <i>Thrinax radiata</i>     | Palma Chit   | Arbustivo | Amenazada no endémica   |
| <i>Coccothrinax readii</i> | Palma Nakas  | Arbustivo | Amenazada endémica  |

Figura 4. 42. Sitios de muestreo flora predio.

MAPA DE SITIOS DE MUESTREO DE FLORA EN PREDIO DEL PROYECTO: "SENDEROS PONIENTE"



#### 4.4.2.1.2. Análisis de la diversidad de la vegetación en el predio de interés

Análisis de la vegetación del predio del proyecto contemplando los tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) a través de los índices de diversidad (preferentemente valor de importancia e índice de diversidad de Shannon-Wiener), asimismo se calcula el índice de equitatividad,

La diversidad de un ecosistema depende de dos factores, el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas. Entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) consideraríamos más diverso al que presentara un número de especies mayor. Por otra parte, entre dos ecosistemas que tienen el mismo número de especies, consideraremos más diverso al que presenta menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies.

¿Cómo se mide?

La diversidad de las especies se mide basándose en dos ideas: la riqueza de especies y la equidad de las especies. La riqueza de especies se refiere al número total de especies. A veces, los biólogos se interesan únicamente en la riqueza de especies, y la utilizan como medida única de la biodiversidad. La equidad de las especies mide la similitud de abundancia de las especies, en otras palabras, todas las especies son igualmente abundantes, o sus abundancias están sesgadas, es decir, unas pocas muy abundantes, y otras escasas

Para medir la diversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Para este caso se utilizó el índice de Shannon & Wiener.

#### **Índice de Shannon – Weaver**

Índice de Shannon - Weaver es una de las medidas de diversidad relacionadas con la teoría de información. Estas medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema termodinámico en la cual existe un número finito de individuos (análogo a cantidad de energía), los cuales pueden ocupar un número -también finito- de categorías (especies, análogo de estados).

La estadística para describir esta situación: un sistema con un número finito de individuos y de categorías (especies); sin restricciones en cuanto al número de especies ni de individuos por categoría (especie), está dada por la Fórmula de Brillouin; equivale a la incertidumbre acerca de la identidad de un elemento tomado al azar de una colección de N elementos distribuidos en sus categorías, sin importar el número de elementos por categoría ni el número de categorías. Dicha incertidumbre aumenta con el número de categorías (riqueza) y disminuye cuando la mayoría de los elementos pertenecen a una misma categoría.

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica.[1] Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Donde:

- número de especies (la riqueza de especies).
- $P_i$  proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ):  $n_i / N$
- $N_i$  número de individuos de la especie  $i$
- $N$  Número de todos los individuos de todas las especies
- **Log2 la fórmula utiliza el logaritmo base 2**

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (*riqueza de especies*), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (*abundancia*)

El concepto de **uniformidad** se deriva fácilmente de las consideraciones teóricas de las fórmulas descritas para  $H$  y  $\hat{H}$ .

Si  $n_1 = n_2 = n_3 = \dots = n$ , entonces:  
 $N = \sum n_i = sN$   
 $H_{max} = \ln s$

Esto permite cuantificar qué tanto la diversidad estimada ( $\hat{H}$ ) para una situación dada se desvía del máximo teórico ( $H$ ) -que ocurre cuando todas las especies son igualmente abundantes. Es lo que se denomina equidad o uniformidad ( $J$ ); en algunos escritos técnicos en castellano se emplea el desafortunado término equitabilidad o peor ecuitabilidad. Esto es, en el mejor de los casos, un anglicismo debido a los malos hábitos del profesor estadounidense Monte Lloyd.

Los Valores de este índice van de 1 a 5, siendo un valor pobre el 1 y máxima diversidad el 5. En general se considera un ecosistema pobre cuando los valores no alcanzan de 3 en adelante. En este caso se ha verificado la metodología correspondiente y se presenta lo siguiente:

### Índice de Diversidad de Shannon-Wiener y de Equitatividad (J) para cada estrato

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon -Weiner, se realizó mediante el programa computarizado especializado conocido como BioDiversity Pro versión 2.0, escrito por Neil McAleece y diseñado por PJD Lamshead, GLJ Paterson and, JD Gage, The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science, Derechos Reservados 1997.

Para los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon -Weiner, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad ( $J$ ). Estos muestreos se llevaron a cabo en tres estratos: herbáceo; arbustivo y arbóreo; en función de la forma biológica de las especies. La superficie

del levantamiento de datos para el cálculo de los índices fue de una superficie de 3 m<sup>2</sup>, 28m<sup>2</sup> y 500 m<sup>2</sup> en cada uno de los sitios y los resultados son los siguientes:

Estrato arbóreo

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que este estrato arbóreo presenta una moderada diversidad ya que el resultado obtenido es de 3.82 y esto es entendible en virtud de que se reporta para este la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en buen estado de conservación. En cuanto a los datos de “J” sus valores fueron de 0.759 y se consideran moderados.

Tabla 4. 39. Estrato arbóreo del predio del proyecto.

| #  | Estrato arbóreo    | Especie                          | Total |
|----|--------------------|----------------------------------|-------|
| 1  | Alamo              | <i>Ficus cotinifolia</i>         | 12    |
| 2  | Boichic (bop)      | <i>Coccoloba spicata</i>         | 20    |
| 3  | Bojon              | <i>Cordia gerascantus</i>        | 7     |
| 4  | Bolchiche (uvilla) | <i>Coccoloba diversifolia</i>    | 2     |
| 5  | Canchunup          | <i>Thouinia paucidentata</i>     | 16    |
| 6  | Caracolillo        | <i>Sideroxylom fuetidissimum</i> | 3     |
| 7  | Chaca              | <i>Bursera simaruba</i>          | 118   |
| 8  | Chacni             | <i>Calyptanthes pallens</i>      | 6     |
| 9  | Chacte-viga        | <i>Caesalpinia violaceae</i>     | 2     |
| 10 | Chechem negro      | <i>Metopium brownei</i>          | 9     |
| 11 | Cocoite blanco     | <i>Gliricidia sepium</i>         | 12    |
| 12 | Flor de mayo       | <i>Plumeria rubra</i>            | 2     |
| 13 | Guaya              | <i>Melicoccus oliviformis</i>    | 2     |
| 14 | Guayabillo         | <i>Psidium sartorianum</i>       | 1     |
| 15 | Guayacte           | <i>Malpigia lundeli</i>          | 1     |
| 16 | Higo               | <i>Ficus maxima</i>              | 2     |
| 17 | Jabin              | <i>Piscidia piscipula</i>        | 16    |
| 18 | Kanazin            | <i>Loncocarpus rugosus</i>       | 14    |
| 19 | Katalox            | <i>Swartzia cubensis</i>         | 1     |
| 20 | Kitanche           | <i>Caesalpinia gaumeri</i>       | 1     |
| 21 | Palo de gas        | <i>Amiris sylvatica</i>          | 3     |
| 22 | Roble              | <i>Ehretia tinifolia</i>         | 4     |
| 23 | Ruda               | <i>Diphysa cartagenensis</i>     | 3     |
| 24 | Shuul blanco       | <i>Lonchocarpus xuul</i>         | 81    |
| 25 | Silil              | <i>Diospyrus cuneata</i>         | 24    |
| 26 | Sipche             | <i>Bunchosia swartziana</i>      | 28    |
| 27 | Siricote           | <i>Cordia dodecandra</i>         | 1     |
| 28 | Subinche           | <i>Acacia dolichostaquia</i>     | 1     |
| 29 | Tadzi              | <i>Nea tenuis</i>                | 14    |
| 30 | Tojyub             | <i>Coccoloba acapulcensis</i>    | 2     |
| 31 | Tres marias        | <i>Forchammeria trifoliata</i>   | 7     |

| #            | Estrato arbóreo | Especie                      | Total      |
|--------------|-----------------|------------------------------|------------|
| 32           | Tzalam          | <i>Lysiloma latisiliquum</i> | 22         |
| 33           | Ya'axnik        | <i>Vitex gaumeri</i>         | 11         |
| <b>Total</b> |                 |                              | <b>448</b> |

4. 40. Resumen de resultados del análisis de diversidad para el estrato arbóreo.

| Index                    | Resultados   |
|--------------------------|--------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | <b>3.827</b> |
| Shannon Hmax Log Base 2. | <b>5.044</b> |
| Shannon J'               | <b>0.759</b> |

Estrato arbustivo

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que este estrato arbustivo en el predio del proyecto presenta baja diversidad (2.66), Es importante mencionar que en este estrato se presenta dos especies de palma con escasa presencia mismas que están dentro de la Norma Oficial Mexicana 059- SEMARNAT- 2010 y que para este caso se aplicara un programa de rescate. En cuento a los datos de "J" sus valores se consideran altos (0.94) por lo que las especies son equitativas.

Tabla 4. 41. Estrato arbustivo del predio del proyecto.

| #            | Estrato arbustivo | Especie                           | Total     |
|--------------|-------------------|-----------------------------------|-----------|
| 1            | Majagua blanca    | <i>Hampea trilobata</i>           | 2         |
| 2            | Nakas             | <i>Coccothrinax readii</i>        | 1         |
| 3            | Peres-kuch        | <i>Croton glabellus</i>           | 1         |
| 4            | Huano blanco      | <i>Sabal yapa</i>                 | 3         |
| 5            | Chit              | <i>Thrinax radiata</i>            | 1         |
| 6            | Dzidzilche        | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 2         |
| 7            | Sak iitsa         | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 1         |
| <b>Total</b> |                   |                                   | <b>11</b> |

Tabla 4. 42. Resumen de resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo.

| Index                    | Resultados   |
|--------------------------|--------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | <b>2.664</b> |
| Shannon Hmax Log Base 2. | <b>2.807</b> |
| Shannon J'               | <b>0.949</b> |

Estrato herbáceo

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que este estrato herbáceo en el predio del proyecto presenta baja diversidad ya que el resultado obtenido es de 2.97. En cuento a los datos de "J" sus valores se consideran altos en cuanto a la equitatividad de las especies, ya que el valor obtenido fue de 0.89.



Tabla 4. 43. Estrato herbáceo del predio del proyecto.

| #            | Estrato herbáceo | Especie                       | Total     |
|--------------|------------------|-------------------------------|-----------|
| 1            | Chaya            | <i>Cnidocolus multilobus</i>  | 1         |
| 2            | Chilar           | <i>Rivina humilis</i>         | 10        |
| 3            | Paulinea         | <i>Paullinia pinnata</i>      | 4         |
| 4            | Sac ak           | <i>Cydista potosina</i>       | 15        |
| 5            | Serjania         | <i>Serjania yucatanensis</i>  | 4         |
| 6            | Sicotria         | <i>Sicotria nervosa</i>       | 5         |
| 7            | Xiat             | <i>Chamaedorea zeifrizii</i>  | 1         |
| 8            | Xnantus          | <i>Ichnanthus lanceolatus</i> | 10        |
| 9            | Yax ak           | <i>Arrabidaea podopogon</i>   | 10        |
| <b>Total</b> |                  |                               | <b>60</b> |

Tabla 4. 44. Resumen de resultados del análisis de diversidad para el estrato arbustivo.

| Index                    | Resultados   |
|--------------------------|--------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | <b>2.971</b> |
| Shannon Hmax Log Base 2. | <b>3.322</b> |
| Shannon J'               | <b>0.894</b> |

#### IVI=Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa.

El Índice de Valor de Importancia (IVI), fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella et al (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

Para este caso específicamente del área de estudio, se realizaron la aplicación de cada una de las fórmulas de cada uno de estos parámetros de los estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) y los resultados obtenidos son los siguientes:

#### Estrato arbóreo

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el chaca (*Bursera simaruba*) con 42.98, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con 31.18 y en tercer lugar el tzalam con 20.13 (*Lysiloma latisiliquum*), estas tres especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características.

Tabla 4. 45. Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa para el estrato arbóreo del predio del Proyecto.

| #  | Nombre Común       | Nombre Científico                | Dominancia Relativa | Densidad Relativa | Frecuencia Relativa | IVI   |
|----|--------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------|
| 1  | Alamo              | <i>Ficus cotinifolia</i>         | 9.44                | 2.68              | 4.90                | 17.02 |
| 2  | Boichic (bop)      | <i>Coccoloba spicata</i>         | 7.10                | 4.46              | 6.99                | 18.55 |
| 3  | Bojon              | <i>Cordia gerascantus</i>        | 3.38                | 1.56              | 3.50                | 8.44  |
| 4  | Bolchiche (uvilla) | <i>Coccoloba diversifolia</i>    | 1.07                | 0.45              | 1.40                | 2.91  |
| 5  | Canchunup          | <i>Thouinia paucidentata</i>     | 3.53                | 3.57              | 4.90                | 12.00 |
| 6  | Caracolillo        | <i>Sideroxylom fuetidissimum</i> | 1.07                | 0.67              | 1.40                | 3.14  |
| 7  | Chaca              | <b><i>Bursera simaruba</i></b>   | 8.25                | 26.34             | 8.39                | 42.98 |
| 8  | Chacni             | <i>Calyptanthes pallens</i>      | 0.40                | 1.34              | 2.80                | 4.53  |
| 9  | Chacte-viga        | <i>Caesalpinia violaceae</i>     | 1.67                | 0.45              | 1.40                | 3.51  |
| 10 | Chechem negro      | <i>Metopium brownei</i>          | 6.76                | 2.01              | 4.20                | 12.97 |
| 11 | Cocoite blanco     | <i>Gliricidia sepium</i>         | 2.96                | 2.68              | 3.50                | 9.13  |
| 12 | Flor de mayo       | <i>Plumeria rubra</i>            | 1.67                | 0.45              | 1.40                | 3.51  |
| 13 | Guaya              | <i>Melicoccus oliviformis</i>    | 0.74                | 0.45              | 1.40                | 2.59  |
| 14 | Guayabillo         | <i>Psidium sartorianum</i>       | 0.13                | 0.22              | 0.70                | 1.06  |
| 15 | Guayacte           | <i>Malpigia lundeli</i>          | 0.13                | 0.22              | 0.70                | 1.06  |
| 16 | Higo               | <i>Ficus maxima</i>              | 1.07                | 0.45              | 0.70                | 2.22  |
| 17 | Jabin              | <i>Piscidia piscipula</i>        | 6.12                | 3.57              | 4.20                | 13.89 |
| 18 | Kanazin            | <i>Lonchocarpus rugosus</i>      | 2.42                | 3.13              | 2.80                | 8.34  |
| 19 | Katalox            | <i>Swartzia cubensis</i>         | 1.34                | 0.22              | 0.70                | 2.26  |
| 20 | Kitanche           | <i>Caesalpinia gaumeri</i>       | 0.53                | 0.22              | 0.70                | 1.46  |
| 21 | Palo de gas        | <i>Amiris sylvatica</i>          | 0.59                | 0.67              | 0.70                | 1.96  |
| 22 | Roble              | <i>Ehretia tinifolia</i>         | 1.60                | 0.89              | 2.10                | 4.59  |
| 23 | Ruda               | <i>Diphysa cartagenensis</i>     | 1.51                | 0.67              | 2.10                | 4.28  |
| 24 | Shuul blanco       | <b><i>Lonchocarpus xuul</i></b>  | 5.41                | 18.08             | 7.69                | 31.18 |
| 25 | Silil              | <i>Diospyrus cuneata</i>         | 4.08                | 5.36              | 6.99                | 16.43 |
| 26 | Sipche             | <i>Bunchosia swartziana</i>      | 4.62                | 6.25              | 6.99                | 17.87 |
| 27 | Siricote           | <i>Cordia dodecandra</i>         | 0.45                | 0.22              | 0.70                | 1.37  |
| 28 | Subinche           | <i>Acacia dolichostaquia</i>     | 0.73                | 0.22              | 0.70                | 1.65  |
| 29 | Tadzi              | <i>Nea tenuis</i>                | 3.85                | 3.13              | 4.90                | 11.87 |
| 30 | Tojyub             | <i>Coccoloba acapulcensis</i>    | 0.74                | 0.45              | 1.40                | 2.59  |

| #            | Nombre Común | Nombre Científico              | Dominancia Relativa | Densidad Relativa | Frecuencia Relativa | IVI           |
|--------------|--------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------|
| 31           | Tres marías  | <i>Forchammeria trifoliata</i> | 1.11                | 1.56              | 2.10                | 4.77          |
| 32           | Tzalam       | <i>Lysiloma latisiliquum</i>   | 11.03               | 4.91              | 4.20                | 20.13         |
| 33           | Ya'axnik     | <i>Vitex gaumeri</i>           | 4.50                | 2.46              | 2.80                | 9.76          |
| <b>Total</b> |              |                                | <b>100.000</b>      | <b>100.000</b>    | <b>100.000</b>      | <b>300.00</b> |

### Estrato arbustivo

En este estrato las especies con más valor de importancia fueron el guano blanco (*Sabal yapa*) con 97.27, seguido por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 56.64 y en tercer lugar majagua blanca (*Hampea trilobata*) con 45.70, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en este estrato. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Tabla 4. 46. Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa para el estrato arbustivo del predio del Proyecto.

| #            | Nombre Común   | Especie                           | Dominancia Relativa | Densidad Relativa | Frecuencia Relativa | IVI        |
|--------------|----------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------|
| 1            | Majagua blanca | <i>Hampea trilobata</i>           | 5.30                | 18.18             | 22.22               | 45.70      |
| 2            | Nakas          | <i>Coccothrinax readii</i>        | 5.30                | 9.09              | 11.11               | 25.50      |
| 3            | Peres-kuch     | <i>Croton glabellus</i>           | 5.30                | 9.09              | 11.11               | 25.50      |
| 4            | Guano blanco   | <i>Sabal yapa</i>                 | 58.89               | 27.27             | 11.11               | 97.27      |
| 5            | Chit           | <i>Thrinax radiata</i>            | 3.68                | 9.09              | 11.11               | 23.88      |
| 6            | Dzidzilche     | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 16.23               | 18.18             | 22.22               | 56.64      |
| 7            | Sak iitsa      | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 5.30                | 9.09              | 11.11               | 25.50      |
| <b>Total</b> |                |                                   | <b>100</b>          | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>300</b> |

### Estrato herbáceo

En este estrato las tres especies con más valor de importancia fueron el el xnantus (*Ichnantus lanceolatus*) con 45.74, seguido por con el yax ak (*Arrabidea podopogon*) con 36.14, y en tercer lugar el chilar (*Rivina humilis*) con 34.55, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Tabla 4. 47. Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa para el estrato herbáceo del predio del Proyecto.

| # | N. común | Especie                      | Dominancia Relativa | Densidad Relativa | Frecuencia Relativa | IVI   |
|---|----------|------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------|
| 1 | Chaya    | <i>Cnidocolus multilobus</i> | 4.27                | 1.56              | 3.33                | 9.17  |
| 2 | Chilar   | <i>Rivina humilis</i>        | 10.47               | 15.63             | 6.67                | 32.77 |
| 3 | Paulinea | <i>Paullinia pinnata</i>     | 10.47               | 6.25              | 3.33                | 20.06 |
| 4 | Sac ak   | <i>Cydista potosina</i>      | 10.47               | 23.44             | 23.33               | 57.25 |
| 5 | Serjania | <i>Serjania yucatanensis</i> | 10.47               | 6.25              | 13.33               | 30.06 |

| #            | N. común | Especie                       | Dominancia Relativa | Densidad Relativa | Frecuencia Relativa | IVI        |
|--------------|----------|-------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------|
| 6            | Sicotria | <i>Sicotria nervosa</i>       | 10.47               | 7.81              | 10.00               | 28.29      |
| 7            | Xiat     | <i>Chamaedoreea zeifrizii</i> | 10.47               | 1.56              | 3.33                | 15.37      |
| 8            | Xnantus  | <i>Ichnanthus lanceolatus</i> | 14.26               | 15.63             | 13.33               | 43.22      |
| 9            | Yax ak   | <i>Arrabidea podopogon</i>    | 4.66                | 15.63             | 13.33               | 33.61      |
| <b>Total</b> |          |                               | <b>100</b>          | <b>100</b>        | <b>100</b>          | <b>300</b> |

#### 4.4.2.2. Caracterización de la fauna en el predio del Proyecto

Listados de fauna de los cuatro grupos de vertebrados superiores (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), con sus respectivos datos de abundancia relativa e índices de diversidad para la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo

La selva de Quintana Roo, ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de todo el estado, durante décadas, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de flora y fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema.

#### Metodología

Tomando en consideración la ubicación geográfica del predio del proyecto, el índice de ruido por la cercanía de los desarrollos colindantes y la vialidad de acceso, se considera baja la presencia de especies de fauna en general (aves, reptiles, mamíferos y anfibios), por lo que, para conocer el tipo de hábitat y el estado de conservación del mismo, así como las especies consideradas bajo algún estatus contemplado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área, se llevó a cabo, el estudio correspondiente:

Figura 4. 43. Establecimiento de trampas para la caracterización de fauna en el predio del Proyecto.



- **Avifauna.**

Las Aves se muestrearon durante 3 días, siguiendo el método de transecto sobre una brecha realizada de aproximadamente 200 metros de longitud y a través de conteos por contacto visual en distancia limitada (Ralph, J & M Scott, 1981). De esta manera, se realizaron los muestreos teniendo como ayuda el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región. (Aves comunes de la Península de Yucatán 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

**Tabla 4. 48. Relación de coordenadas por transectos.**

| Transectos | Coordenadas UTM XY |                | Longitud aproximada de cada transecto |
|------------|--------------------|----------------|---------------------------------------|
|            | Inicial            | Final          |                                       |
| 1          | 494645 2288582     | 494794 2288478 | 200 metros                            |
| 2          | 494517 2288431     | 494685 2288315 | 200 metros                            |

- **Anfibios y Reptiles.**

Para el registro de anfibios y reptiles de la zona, se empleó el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje del área, teniendo como ayuda el uso de guías de campo de anfibios y reptiles de la región. (Anfibios y Reptiles de Sian Ka'an 2008). Los muestreos se efectuaron sobre el mismo transecto existente durante 3 días y se llevó a cabo en dos diferentes horarios con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas, los recorridos se efectuaron a partir de las 7:00 a.m. a 9:00 a.m.; y 7:00 p.m. a 9:00 p.m. Los registros se efectuaron por medio de registros visuales, búsqueda directa y la utilización de los ganchos herpetológicos. Para el caso de anfibios se incluyó el registro auditivo, ya que estos tienen un canto característico.

- **Mamíferos.**

Para el caso de los mamíferos se realizaron recorridos y monitoreos puntuales a lo largo del transecto durante 3 días y se registraron las observaciones directas las cuales incluyen: animales vistos, escuchados u oídos, así como observaciones indirectas como son: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc. (Gates, 1983). Adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman (6 en total) y Tomahawk (2 en total) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del proyecto. También se emplearon binoculares cámara fotográfica y guías de campo ilustradas de reptiles, aves y mamíferos de la península de Yucatán (guía completa 2008). De esta manera, se monitorearon para conocer la preferencia de las especies. En el caso de las huellas, estas fueron medidas y comparadas con un manual de identificación (huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México 2000).

Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

**Tabla 4. 49. Relación de coordenadas UTM (Sherman)**

| Ubicación | Coordenadas UTM Sherman |         | Coordenadas UTM Tomahawk |         |
|-----------|-------------------------|---------|--------------------------|---------|
|           | X                       | Y       | X                        | Y       |
| 1         | 494645                  | 2288582 | 494728                   | 2288525 |

| Ubicación | Coordenadas UTM Sherman |         | Coordenadas UTM Tomahawk |         |
|-----------|-------------------------|---------|--------------------------|---------|
|           | X                       | Y       | X                        | Y       |
| 2         | 494728                  | 2288525 | 494601                   | 2288376 |
| 3         | 494794                  | 2288478 |                          |         |
| 4         | 494517                  | 2288431 |                          |         |
| 5         | 494601                  | 2288376 |                          |         |
| 6         | 494685                  | 2288315 |                          |         |

## Resultados

Se registraron 20 especies en total, mayormente representadas por las aves (50%), seguido por los mamíferos (25%), mientras que los anfibios y reptiles fueron los grupos con menor incidencia. Lo anterior se sintetiza en la siguiente tabla:

Tabla 4. 50. Distribución de las especies de fauna registradas en el predio del proyecto.

| Grupo Faunístico | Especies  | Familia   |
|------------------|-----------|-----------|
| Aves             | 10        | 6         |
| Mamíferos        | 5         | 5         |
| Reptiles         | 3         | 3         |
| Anfibios         | 2         | 2         |
| <b>Total</b>     | <b>20</b> | <b>16</b> |

Tabla 4. 51. Listado general por Grupo Faunístico en el predio del proyecto.

| Clase     | Familia        | Nombre Científico               | Nombre Común       |
|-----------|----------------|---------------------------------|--------------------|
| Aves      | Columbidae     | <i>Columba flavirostris</i>     | Paloma morada      |
|           | Columbidae     | <i>Zenaida asiatica</i>         | Paloma alas blanca |
|           | Corvidae       | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>   | Chara azul         |
|           | Icteridae      | <i>Icterus auratus</i>          | Bolsero yucateco   |
|           | Icteridae      | <i>Quiscalus mexicanus</i>      | Zanate             |
|           | Icteridae      | <i>Megarynchus pitangua</i>     | Luis Pico Grueso   |
|           | Icteridae      | <i>Tyrannus couchi</i>          | Tirano Silvador    |
|           | Mimidae        | <i>Minus gilvus</i>             | Cenzontle tropical |
|           | Picidae        | <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero cheje   |
|           | Tyrannidae     | <i>Pitangus sulphuratus</i>     | Luis Bienteveo     |
| Mamíferos | Didelphidae    | <i>Didelphis marsupialis</i>    | Tlacuache          |
|           | Muridae        | <i>Oryzomys couesi</i>          | Rata arrozera      |
|           | Procyonidae    | <i>Nasua narica</i>             | Tejón              |
|           | Sciuridae      | <i>Sciurus yucatanensis</i>     | Ardilla gris       |
|           | Canidae        | <i>Urocyun cinereoargenteus</i> | Zorra gris         |
| Reptiles  | Corytophanidae | <i>Basiliscus vittatus</i>      | Tolock             |
|           | Boidae         | <i>Boa constrictor</i>          | Boa                |
|           | Colubridae     | <i>Oxybeles fulgidus</i>        | Bejuquilla         |
| Anfibios  | Hylidae        | <i>Smilisca baudinii</i>        | Rana trepadora     |
|           | Bufoidea       | <i>Chanus marinus</i>           | Sapo/much          |

Tabla 4. 52. Listado de especies de fauna de cada grupo faunístico con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 del predio del proyecto.

| Familia          | Nombre científico      | Nombre común | Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|------------------|------------------------|--------------|---|
| <b>Aves</b>      |                        |              |   |
| 0                | 0                      | 0            | 0   |
| <b>Mamíferos</b> |                        |              |   |
| 0                | 0                      | 0            | 0   |
| <b>Reptiles</b>  |                        |              |   |
| Boidae           | <i>Boa constrictor</i> | Boa          | Amenazada no endémica                     |
| <b>Anfibios</b>  |                        |              |   |
| 0                | 0                      | 0            | 0   |

**Listados de fauna (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), con sus respectivos datos de índices de diversidad y de abundancia relativa para la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo (Selva mediana subperennifolia).**

**Aves**

Como se puede apreciar los resultados obtenidos nos indican que el grupo de las aves presenta baja diversidad (2.89), si se toma en cuenta que arriba de valores de 3 en adelante se considera como una buena. Esto es entendible ya que el predio del proyecto se encuentra inmerso en una superficie mayor pero que existen otros desarrollo y por ende las aves tienen espacios por donde desplazarse, Por otra parte, se menciona que las aves no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que por si solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de "J", este es de 0.87, lo que se considera alto, lo que nos indica que hay una alta equitatividad entre las especies.

**Tabla 4. 53. Abundancia de las aves registradas en el predio del Proyecto.**

| #            | N. Científico                 | N. Común           | Total     |
|--------------|-------------------------------|--------------------|-----------|
| 1            | <i>Columba flavirostris</i>   | Paloma morada      | 11        |
| 2            | <i>Zenaida asiatica</i>       | Paloma alas blanca | 5         |
| 3            | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | Chara azul         | 15        |
| 4            | <i>Icterus auratus</i>        | Bolsero yucateco   | 2         |
| 5            | <i>Quiscalus mexicanus</i>    | Zanate             | 20        |
| 6            | <i>Megarynchus pitangua</i>   | Luis Pico Grueso   | 2         |
| 7            | <i>Tyrannus couchi</i>        | Tirano Silvador    | 4         |
| 8            | <i>Minus gilvus</i>           | Cenzontle tropical | 12        |
| 9            | <i>Melanerpes aurifrons</i>   | Carpintero cheje   | 1         |
| 10           | <i>Pitangus sulphuratus</i>   | Luis Bienteveo     | 7         |
| <b>Total</b> |                               |                    | <b>79</b> |

**Tabla 4. 54. Resumen de los resultados del análisis de diversidad para las aves registradas en el predio del Proyecto.**

| Index                    | Total        |
|--------------------------|--------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | <b>2.894</b> |
| Shannon Hmax Log Base 2. | <b>3.322</b> |
| Shannon J'               | <b>0.871</b> |

**Mamíferos**

Los resultados obtenidos en este grupo que fue de 1.85 lo que nos indica que se considera la zona como de baja diversidad y es justificable ya que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por lo que no es fácil poder observar, por otra parte se observó personal trabajando en los alrededores del proyecto ya autorizado y esto ocasiona en gran medida que se observen pocas especies, además hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.79) ya que las pocas especies tienden a la equitatividad.



Tabla 4. 55. Abundancia de los mamíferos registrados en el predio del Proyecto.

| #            | N. Científico                   | N. Común      | Total     |
|--------------|---------------------------------|---------------|-----------|
| 1            | <i>Didelphis marsupialis</i>    | Tlacuache     | 3         |
| 2            | <i>Oryzomys couesi</i>          | Rata arrocera | 2         |
| 3            | <i>Nasua narica</i>             | Tejón         | 12        |
| 4            | <i>Sciurus yucatanensis</i>     | Ardilla gris  | 5         |
| 5            | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris    | 1         |
| <b>Total</b> |                                 |               | <b>23</b> |

Tabla 4. 56. Resumen de los resultados del análisis de diversidad para los mamíferos registrados en el predio del Proyecto.

| Index                    | Total        |
|--------------------------|--------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | <b>1.855</b> |
| Shannon Hmax Log Base 2. | <b>2.322</b> |
| Shannon J'               | <b>0.799</b> |

### Reptiles

Este grupo también se considera poco diverso y los resultados obtenidos fueron de 1.50 por lo que el panorama es similar que el anterior ya que su diversidad es baja y los datos de "J" dan 0.94 lo que demuestra que las pocas especies tienden a la equitatividad.

Tabla 4. 57. Abundancia de los reptiles registrados en el predio del Proyecto.

| #            | N. Científico              | N. Común   | Total    |
|--------------|----------------------------|------------|----------|
| 1            | <i>Basiliscus vittatus</i> | Tolock     | 2        |
| 2            | <i>Boa constrictor</i>     | Boa        | 1        |
| 3            | <i>Oxybeles fulgidus</i>   | Bejuquilla | 1        |
| <b>Total</b> |                            |            | <b>4</b> |

Tabla 4. 58. Resumen de los resultados del análisis de diversidad para los reptiles registrados en el predio del Proyecto.

| Index                    | Total        |
|--------------------------|--------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | <b>1.5</b>   |
| Shannon Hmax Log Base 2. | <b>1.585</b> |
| Shannon J'               | <b>0.946</b> |

### Anfibios

Los resultados obtenidos en este grupo que fue de 0.97 lo que nos indica que se considera la zona como de baja diversidad y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda

alejarse de la zona, En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.97) ya que las pocas especies tienden a la equitatividad.

Tabla 4. 59. Abundancia de los anfibios registrados en el predio del Proyecto.

| #            | N. Científico            | N. Común       | Total    |
|--------------|--------------------------|----------------|----------|
| 1            | <i>Smilisca baudinii</i> | Rana trepadora | 3        |
| 2            | <i>Chanus marinus</i>    | Sapo/much      | 2        |
| <b>Total</b> |                          |                | <b>5</b> |

Tabla 4. 60. Resumen de los resultados del análisis de diversidad para los anfibios registrados en el predio del Proyecto.

| Index                    | Total        |
|--------------------------|--------------|
| Shannon H' Log Base 2.   | <b>0.971</b> |
| Shannon Hmax Log Base 2. | <b>1</b>     |
| Shannon J'               | <b>0.971</b> |

### Abundancia Relativa (por grupo de fauna).

Los valores de abundancia relativa por grupo de fauna se muestran en la Tabla siguiente, en la que se han incluido a todos los grupos de fauna silvestre observados en el predio de interés.

### Aves

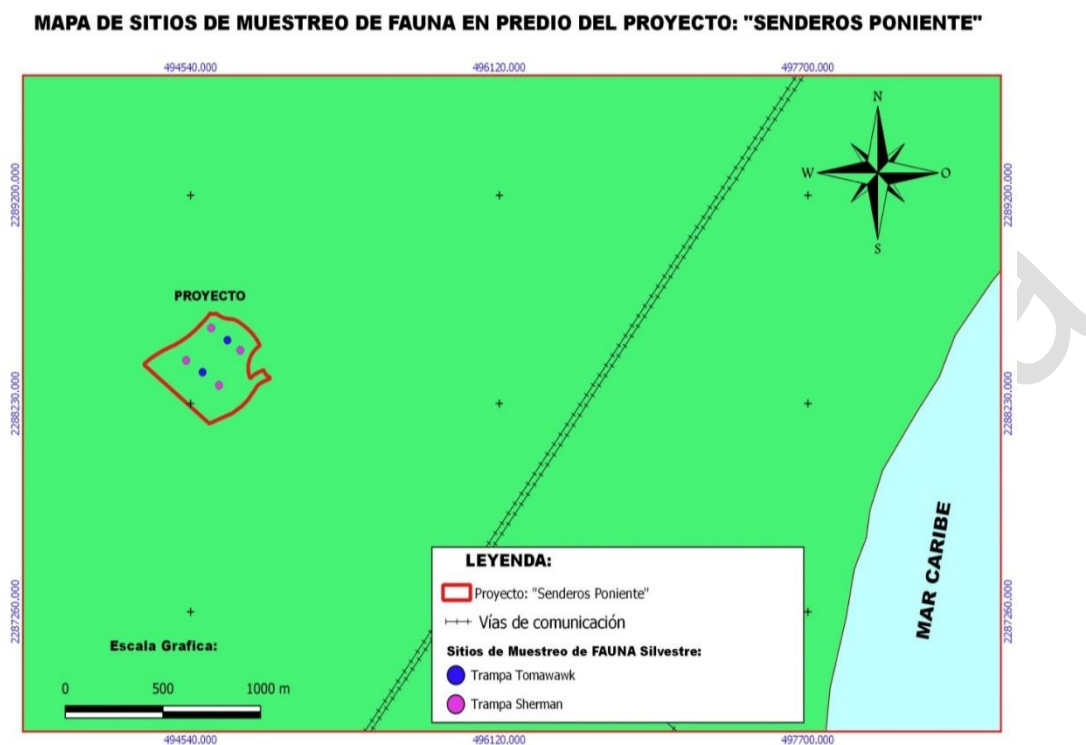
Las abundancias relativas de las especies de aves son muy homogéneas, siendo las siguientes especies con más alto valor el zanate (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 25.31 seguido por la chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*) con 18.98 y en tercer lugar se ubica el cenzontle (*Mimus gilvus*), con 15.18

Tabla 4. 61. Valores de abundancia relativa para las aves registradas en el predio del proyecto.

| #            | N. Científico                 | N. Común           | Abundancia Relativa |
|--------------|-------------------------------|--------------------|---------------------|
| 1            | <i>Columba flavirostris</i>   | Paloma morada      | 13.9241             |
| 2            | <i>Zenaida asiatica</i>       | Paloma alas blanca | 6.3291              |
| 3            | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | Chara azul         | <b>18.9873</b>      |
| 4            | <i>Icterus auratus</i>        | Bolsero yucateco   | 2.5316              |
| 5            | <i>Quiscalus mexicanus</i>    | Zanate             | <b>25.3165</b>      |
| 6            | <i>Megarynchus pitangua</i>   | Luis Pico Grueso   | 2.5316              |
| 7            | <i>Tyrannus couchi</i>        | Tirano Salvador    | 5.0633              |
| 8            | <i>Mimus gilvus</i>           | Cenzontle tropical | <b>15.1899</b>      |
| 9            | <i>Melanerpes aurifrons</i>   | Carpintero cheje   | 1.2658              |
| 10           | <i>Pitangus sulphuratus</i>   | Luis Bienteveo     | 8.8608              |
| <b>Total</b> |                               |                    | <b>100</b>          |



Figura 4. 44. Sitios de muestreo fauna predio.



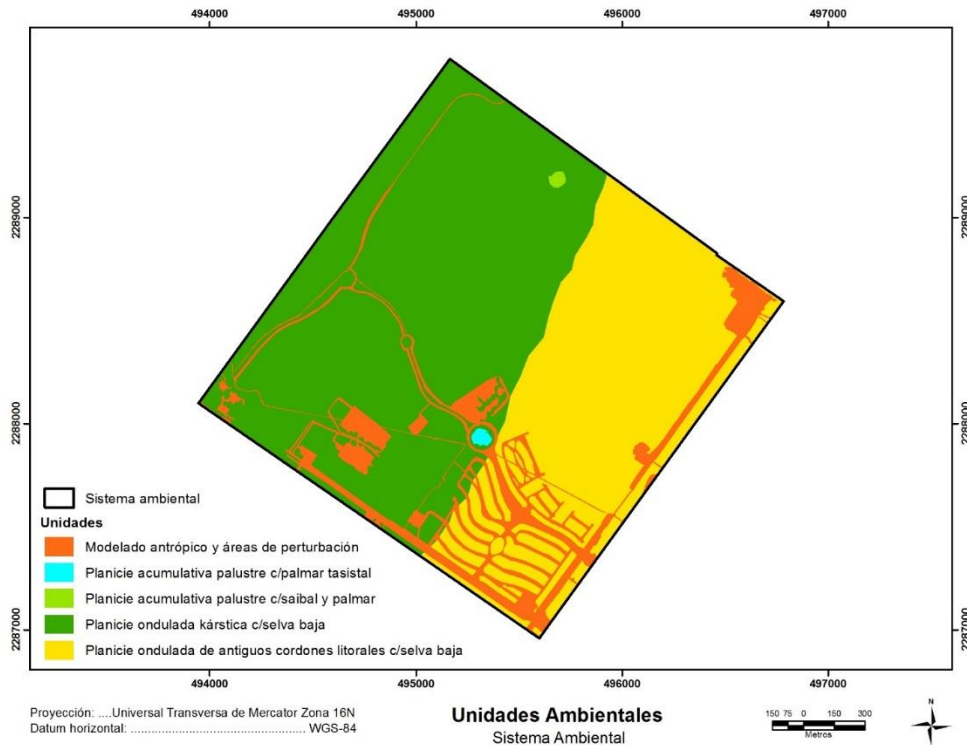
#### 4.4.2.3. Paisaje

El paisaje desde el punto de vista geográfico, se puede definir como una superficie determinada geográficamente en donde interactúan los distintos elementos o factores (bióticos, abióticos y socio-económicos) en un tiempo determinado. En este sentido, cabe aclarar que un Servicio Ambiental está compuesto por factores bióticos y abióticos que interactúan con factores antrópicos o socio-económicos.

Es decir que, la importancia de los ecosistemas desde el punto de vista del Paisaje, radica en considerarlos como proveedores de servicios para la sociedad, estableciendo un punto de equilibrio entre lo natural y lo social, y su interrelación entre sí.

En este sentido, en el SAR del Proyecto se identifican dos unidades de paisaje principalmente, estas son: Planicie ondulada cárstica con selva baja y planicie ondulada de antiguos cordones litorales con selva baja (Figura 4. 45). Adicionalmente, se observa que el SAR está rodeado de infraestructura urbana.

Figura 4. 45. Unidades del paisaje en el Sistema Ambiental del Proyecto.



El desarrollo de la infraestructura existente al interior del SAR se desarrolló en apego al Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” (PPDU-J), en conformidad con lo definido el PDU-S, confiriendo así un uso de suelo habitacional plurifamiliar, unifamiliar y mixto-comercial a dicho predio. En este sentido el Proyecto quedará enmarcado por un paisaje dominado por infraestructura urbana.

Ahora bien, retomando la importancia del Paisaje como punto de equilibrio entre los elementos naturales y los sociales, cabe destacar que al momento el predio no está dando cumplimiento con este equilibrio, debido a que este se encuentra en su estado natural (selva mediana subperennifolia vegetación secundaria arbórea) y bajo vigilancia, evitando su aportación como proveedor de servicios a la población, y de conservarse en estas condiciones, en un futuro, los lotes que conforman al Proyecto, quedarán completamente rodeados por infraestructura habitacional, fragmentando su continuidad biológica, además de que debido al crecimiento demográfico que está presentando la región estas áreas podrán ser consideradas por los pobladores como lotes baldíos, propiciando su uso no regulado como tiradero de residuos, de asentamiento humano e incluso llevándose a cabo actividades clandestinas de tala, de modo que los Servicios Ambientales que presta el SA se podrán ver directamente afectados de no desarrollarse de manera regulada y sustentable el aprovechamiento de éstas áreas.

#### **4.5. Análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica que permita determinar el grado de afectación por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales;**

En Quintana Roo, la diversidad biológica es resultado en gran medida de la compleja variación de sus condiciones edáficas, climáticas y por su posición geográfica. De acuerdo con Estrada-Loera (1991) y Carnevali et al., (2003), no es una de las áreas más diversas de México. Sin embargo, presenta una flora nativa característica. De manera adicional, Olmsted y Durán (1990) registran en esta región una ligera modificación en el perfil topográfico que habrá de generar una importante variación en la estructura de la vegetación. Por lo tanto, la presencia y el aporte de la vegetación menor o superior, es fundamental en la conservación del entorno ambiental. Además de que la vegetación arbórea de una zona proporciona riqueza ecológica que permite garantizar la continuidad de un sin número de especies.

Por lo anterior, no se deberá pasar por alto que el desarrollo de proyectos de inversión trae como consecuencia directa la disminución de la biodiversidad, el deterioro de servicios ambientales y, por ende, la reducción del bienestar humano. Ante tal situación, ha sido necesario formular marcos legislativos que regulen el aprovechamiento de los recursos naturales y planeen su uso para resolver y remediar la problemática ambiental. De manera adicional, se requiere fortalecer el conocimiento de la diversidad florística presente en los diferentes tipos de ecosistemas presentes en esta región, para así poder tomar decisiones adecuadas en el contexto de la conservación y manejo de los recursos naturales.

Por otra parte, las actividades de CUSTF requieren de manera directa el aclareamiento de espacios y consecuentemente la reducción de los espacios naturales y su diversidad. En este sentido, la evaluación de las condiciones físicas y biológicas del predio, así como de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal), han permitido concluir que estas acciones no representan un riesgo doloso sobre los ecosistemas. En este sentido, los impactos que se generarán durante el proceso de cambio de uso de suelo, así como las actividades de prevención y mitigación de impactos ambientales han sido plenamente abordados en el capítulo 7 del presente estudio.

Por lo tanto, se considera que en materia de desarrollo social arrojará grandes beneficios, ya que la infraestructura que se pretende establecer habrá de cubrir una demanda actual que contribuirá en la consolidación del desarrollo regional a través del establecimiento de infraestructura habitacional; misma que habrá de impactar dentro del sector turístico y ecoturístico, los cuales son las principales actividades económicas de la Entidad. Por lo anterior, en este capítulo se habrá de resaltar la relevancia del proyecto, así como la afectación que implica generar los cambios en la composición florística y faunística del ecosistema dominante.

##### *4.5.1.1. Aspectos comparativos de la composición florística*

La selva mediana subperennifolia que cubre la cuenca 32A y en específico la unidad de análisis (predio particular subcuenca "d"), cuenta con una buena representación de la flora arbórea que caracteriza a la selva mediana subperennifolia de la misma, así también el sitio propuesto para el







el predio del proyecto de acuerdo con el anexo digital datos del predio (listado florístico) se tiene que un total de 49 especies distribuidas en los tres estratos, de igual forma consideradas como propias de la selva en proceso de sucesión

- Es importante mencionar que ambos predios cuentan con un gran número de especies leguminosas 11 y 9 en total lo que significa que se encuentran en un proceso avanzado de sucesión.
- Para el estrato arbóreo se incluyen 41 especies, de estas se han encontrado 31 en la unidad de análisis (cuenca), en tanto que para el predio de proyecto se han encontrado 33. De estas algunas se han ubicado como especies de tallas menores en los estratos bajos, lo que refiere procesos de regeneración natural. Además, para los fines de la estimación se han recategorizado e incluido dentro de su forma de vida natural. Adicionalmente, dentro de esta categoría se comparten 23 especies en ambos predios. Asimismo, 10 especies están documentadas solamente para el predio de interés, aunque esta estadística se compensa ya que 8 especies adicionales se han documentado para la unidad de análisis.
- Dentro del estrato arbustivo se registran 13 especies, 11 para la unidad de análisis y se añaden 2 especies más que se han registrado solamente para el predio de interés.
- Finalmente, se han registrado 12 especies herbáceas de las cuales se comparten 5 especies, se registran 3 adicionales para la unidad de análisis y 4 adicionales para el predio de interés.
- En todos los casos, se reconoce que los resultados se ubican dentro de las limitaciones propias del sistema de muestreo y donde se han considerado 12 sitios considerando la superficie del predios del proyecto 17.92 Ha. Por otra parte, al aplicar la curva de especies áreas se indica que los resultados son válidos.
- Del total de especies registradas, en cierta forma pueden ser consideradas como propias de una selva mediana en proceso de sucesión. Lo anterior, deriva del hecho que se han encontrado ausentes las categorías de tamaño de las especies más corpulentas que se registran para esta vegetación (categorías mayores a los 30 cm en DAP) y generalmente corresponden con especies como son: *Manilkara zapota* (chicozapote), *Sideroxylon foetidissimum* (caracolillo), *Swartzia cubensis* (katalox), entre otras.
- De manera adicional, de acuerdo con los valores del muestreo realizado se ha encontrado que únicamente 2 de los 361 individuos muestreados en el área del proyecto con diámetro mayor de 10 cm a la altura del pecho se ubican por arriba de la categoría de los 30 cm en DAP; de los cuales es un ficus (*Ficus cotinifolia*) y un tzalam (*Lysiloma latisiliquum*). En este sentido, y de acuerdo con López y Tamarit (2005)<sup>6</sup>, se reconoce que está “es una especie muy abundante y con mayor importancia económica en bosques secundarios derivados de selva mediana subperennifolia”. De manera adicional, se ha encontrado que el 90% de los individuos que fueron muestreados se consideran juveniles y en plena fase desarrollo, ya que han quedado incluidos dentro de las categorías menores (de los 10-29 cm en DAP).

---

<sup>6</sup>. [researchgate.net/publication/286334546\\_Crecimiento\\_e\\_incremento\\_en\\_diametro\\_de\\_Lysiloma\\_latisiliquum\\_L\\_Benth\\_en\\_bosques\\_secundarios\\_en\\_Escarcega\\_Campeche\\_Mexico\\_Revista\\_Chapingo](https://www.researchgate.net/publication/286334546_Crecimiento_e_incremento_en_diametro_de_Lysiloma_latisiliquum_L_Benth_en_bosques_secundarios_en_Escarcega_Campeche_Mexico_Revista_Chapingo)

- Por otra parte, es importante mencionar que dentro de ambos predios el grupo de las leguminosas (Fabaceae) es el más abundante con 11 especies, de estas se ubican en la unidad de análisis de la cuenca en tanto que, para el predio del proyecto se observan 9, 5 son compartidas en ambos predios. En este caso, se ha considerado que este grupo suele incluir algunas especies propias de los ecosistemas en procesos de restauración natural (con un origen secundario a veces poco definido) por lo que se incluye a especies arbóreas como: cocoite blanco (*Gliricidia maculata*), Jabín (*Piscidia piscipula*), Shuul (*Lonchocarpus xuul*) y Subin (*Acacia dolychostachya*). En este caso, los diámetros encontrados se ubican por arriba de los 10 cm en DAP, lo que se pudiera relacionar con un proceso avanzado de sucesión.
- En este sentido, en ambos predios considera que entre los principales factores que han contribuido al deterioro de la vegetación está la manifestación de fenómenos hidrometeorológicos, iniciados por Gilberto en 1988 y los incendios de 1989. Además, se registra el huracán Delta (2020) el último fenómeno registrado en la región.
- Además, para el estrato herbáceo se registras cierta dominancia de especies trepadoras en ambos predios (proyecto y unidad de análisis), por lo que se registran cuantiosos individuos de *Arrabidea podopogon* (Yax ak), *Cydista potosina* (Sak ak), entre otras.

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Wiener, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J) así como el análisis del IVI y los resultados son los siguientes:

#### Estrato arbóreo

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que, tanto para la unidad de análisis como para el predio del proyecto, el resultado obtenido es de 4.11 y 3.82 respectivamente, por lo cual se refleja como buena diversidad para el primero y una moderada diversidad para el segundo, y esto es entendible en virtud de que el primero reporta la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en buen estado de conservación. En cuanto a los datos de "J" sus valores para ambas se consideran altos con 0.822 y 0.759, lo que indica que las especies tienden a ser equitativos.

De acuerdo con Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son: el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 37.97, seguido por el Chechem (*Metopium brownei*) con el 35.87 y en tercer lugar el Alamo (*Ficus cotinifolia*) con 32.09, estas tres especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características. En tanto que para el predio del proyecto se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el chaca (*Bursera simaruba*) con 42.98, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con 31.18 y en tercer lugar el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) estas tres especies son muy común encontrarlas en estas zonas del estado por lo que son características.

#### Estrato arbustivo

Este segundo estrato arbustivo de acuerdo con los datos obtenidos se tiene que, para la unidad de análisis, el resultado obtenido es de 3.18 por lo cual se refleja como moderada diversidad, si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre. En tanto para el predio del proyecto el resultado obtenido es de 2.66 que es un valor pobre y que de acuerdo con lo observado en campo este estrato concentra un número menor de especies y que estas especies están en proceso de la conformación de la selva, y no tienen

todavía diámetros considerables y sus alturas son muy uniformes. Así también se observa la escasa presencia de dos palmas: chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*) en este estrato del predio del proyecto.

En cuanto a su equitatividad estas son altas ya que se obtuvieron valores de 0.95 y 0.94. Por lo que las especies tienden a la equitatividad.

De acuerdo con Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbustivo las tres especies más importantes son: el akitz (*Cascabela gaumeri*) con 60.23, seguido por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 49.94 y en tercer lugar el sabal (*Sabal yapa*) con 32.29

en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más valor de importancia son: el guano blanco (*Sabal yapa*) con 97.27, seguido por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 56.64 y en tercer lugar majagua blanca (*Hampea trilobata*) con 45.70, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en este estrato. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

#### Estrato herbáceo

Este estrato tanto para la unidad de análisis como para el predio del proyecto los resultados de la prueba nos indican que el estrato herbáceo presenta una baja diversidad, (2.52 y 2.97) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre. Estos resultados son razonables en virtud de que el tipo de vegetación existente en ambos predios es una selva mediana subperennifolia en etapa arbórea y que las especies herbáceas son escasas. En cuanto a los datos de "J" sus valores se consideran altos (0.84 y 0.89) respectivamente.

De acuerdo con Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis, se tiene que en el estrato herbáceo las tres especies más importantes son: el bejuco sac ak (*Cydista potosina*) con 92.15, seguido por el yax ak (*Arrabidea podopogon*) con 72.70 y en tercer lugar el xiat (*Chamaedorea zeifizi*) con 36.35, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más valor de importancia fueron: el xnantus (*Ichnantus lanceolatus*) con 45.74, seguido por con el yax ak (*Arrabidea podopogon*) con 36.14, y en tercer lugar el chilar (*Rivina humilis*) con 34.55, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Por otra parte, se debe considerar que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso de suelo para el desarrollo del Proyecto, se promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectados de manera dolosa, lo que incluye la aplicación del programa de rescate de flora y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.

#### 4.5.1.2. Aspectos comparativos de la fauna silvestre

En cuanto a la fauna, podemos que mencionar que la selva de Quintana Roo, en específico la de la subcuenca “d” (municipio de solidaridad) ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, pecuarias y turismo, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de toda la región, durante décadas, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema tanto de la cuenca como del predio a continuación se presenta la tabla correspondiente a la fauna presente en ambos predios y del cual así se presenta en el siguiente análisis.

Tabla 4. 68. Comparativa Cuenca – predio de especies de fauna silvestre por grupo faunístico.

| Clase     | Familia         | Nombre Científico                | Nombre Común        | Cuenca | Predio |
|-----------|-----------------|----------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Aves      | Columbidae      | <i>Columba flavirostris</i>      | Paloma morada       | X      | X      |
|           | Cuculidae       | <i>Crotophaga sulcirostris</i>   | Garrapatero pijoy   | X      |        |
|           | Icteridae       | <i>Icterus auratus</i>           | Bolsero yucateco    | X      | X      |
|           |                 | <i>Quiscalus mexicanus</i>       | Zanate              | X      | X      |
|           | Mimidae         | <i>Minus gilvus</i>              | Cenzontle tropical  | X      | X      |
|           | Momotidae       | <i>Eumomota supersiliosa</i>     | Toh                 | X      |        |
|           | Picidae         | <i>Melanerpes aurifrons</i>      | Carpintero cheje    | X      | X      |
|           |                 | <i>Trogon melanocephalus</i>     | Trogón cabeza negra | X      |        |
|           | Trogonidae      | <i>Megarynchus pitangua</i>      | Luis pico grueso    | X      |        |
|           |                 | <i>Pitangus sulphuratus</i>      | Luis Bienteveo      | X      | X      |
|           | Columbidae      | <i>Zenaida asiatica</i>          | Paloma alas blanca  |        | X      |
|           | Corvidae        | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | Chara azul          |        | X      |
|           |                 | <i>Tyrannus couchi</i>           | Tirano salvador     | X      | X      |
| Mamíferos | Didelphidae     | <i>Didelphis marsupialis</i>     | Tlacuache           | X      | X      |
|           | Muridae         | <i>Oryzomys couesi</i>           | Rata arrocera       | X      | X      |
|           | Procyonidae     | <i>Nasua narica</i>              | Tejón               | X      | X      |
|           | Sciuridae       | <i>Sciurus yucatanensis</i>      | Ardilla gris        | X      | X      |
|           | Boidae          | <i>Boa constrictor</i>           | Oxh can             | X      | X      |
|           | Canidae         | <i>Urocyun cinereoargenteus</i>  | Zorra gris          |        | X      |
| Reptiles  | Corytophanidae  | <i>Basiliscus vittatus</i>       | Tolock              | X      | X      |
|           | Viperidae       | <i>Bothrops asper</i>            | Nauyaca             | X      |        |
|           | Boidae          | <i>Boa constrictor</i>           | Boa                 |        | X      |
|           | Colubridae      | <i>Oxybeles fulgidus</i>         | Bejuquilla          |        | X      |
| Anfibios  | Bufonidae       | <i>Chanus marinus</i>            | Sapo/much           | X      | X      |
|           | Hylidae         | <i>Smilisca baudinii</i>         | Rana trepadora      | X      | X      |
|           | Leptodactylidae | <i>Leptodactylus melanonotus</i> | Rana de charcos     | X      |        |

Del total de las especies presentes (26), para la cuenca y el predio se tiene que la mayoría corresponden al grupo de las aves, teniendo la misma presencia el área de la cuenca (subcuenca) y el predio del proyecto con 7 especies. En tanto que los mamíferos presentes en la unidad de

análisis (cuenca) se observaron 5 y en el predio del proyecto son 6, así también para los reptiles solo se reportan 2 para la unidad de análisis y 3 para el predio del proyecto. Para el caso de los anfibios se reportan 3 para la unidad de análisis y 2 para el predio del proyecto. El reptil *Basiliscus vittatus* se encuentra en ambos predios, así como los anfibios *Chanus marinus* y *Smilisca baudinii*.

Es importante mencionar que en el caso de la fauna para las aves y los mamíferos es entendible ya que la unidad de análisis y el predio del proyecto se encuentra inmerso en una superficie mayor y por ende tienen espacios por donde la fauna puede desplazarse, así también estos grupos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso y que por sí solos se alejan al menor ruido.

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Wiener, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J) así como el análisis del IVI y los resultados son los siguientes:

### Aves

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de aves, para el predio de la unidad de análisis esta se considera como de moderada diversidad presentando 3.33 en tanto que para el predio del proyecto este se considera pobre presentando 2.89, Es importante mencionar que las aves en general no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que muchas por sí solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de "J" para ambos predios se considera alto, (0.96 y 0.87), lo que nos indica que hay equitatividad entre las especies.

De acuerdo a la abundancias relativa, en relación a las aves se tiene que para el predio de la unidad de análisis las tres especies con más alto valor son el Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*) con 15.59, seguido por el Trogón cabeza negra (*Trogon melanocephalus*) con 13.76 y en tercer lugar se ubica el garrapatero pijoy (*Crotophaga sulcirostris*) con un valor de 11.92, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más alto valor son el zanate (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 25.31, seguido por la chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*) con 18 y en tercer lugar se ubica el ceniztonle (*Mimus gilvus*) con 15.18.

### Mamíferos

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de mamíferos tanto para el predio de la unidad de análisis como para el predio el proyecto esta no se considera como de buena diversidad presentando 1.67 y 1.85 y es justificable ya que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por lo que no es fácil poder observar, por otra parte hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.83 y 0.79, respectivamente) ya que las pocas especies tienden a la homogeneidad.

De acuerdo a la abundancias relativa, en relación a los mamíferos se tiene que para el predio de la unidad de análisis la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 53.33 seguido por tlacuache (*Didelphis marsupialis*) con 20 y la ardilla gris (*Sciurus yucatanensis*) con 20 respectivamente, en tanto que para el predio del proyecto la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 52.17, seguido por la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) con 21.73 y en tercer lugar el tlacuache (*Didelphis marsupialis*) con 13.04. Estas especies se adaptan bien a la presencia humana y en

algunos casos cuando se adaptan y no son molestados sus poblaciones se incrementan rápidamente llegando a ser una molestia.

### Reptiles

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de reptiles tanto para la unidad de análisis como para el predio del proyecto, se considera poco diverso y los resultados obtenidos fue de 0.98 y 1.50, respectivamente es importante mencionar que este grupo es un poco difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día, en cuanto a su equitatividad "J" nos indican que ambos grupos tienden a la equitatividad con 0.62 y 0.94, por otra parte, la promovente aplicará un programa de rescate y reubicación.

En cuanto a la abundancia relativa se encontró que de las tres especies encontradas en la unidad de análisis, la mayor abundancia la registra el Tolock (*Basiliscus vittatus*) con un valor de 77.77; la especie oxi can (*Boa constrictor*) y la nauyaca (*Bothrops asper*) ambas registraron un valor de 11.11 respectivamente, en tanto que para el predio del proyecto se puede ver al Tolock (*Basiliscus vittatus*) cuya especie es la más abundante con un valor de 50; en comparación la boa (*Boa constrictor*) y la bejuquilla (*Oxybeles fulgidus*) con 25 respectivamente.

### Anfibios

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de anfibios tanto para la unidad de análisis como para el predio del proyecto, se considera poco diverso y los resultados obtenidos fueron de 1.40 y 0.97, respectivamente. Este grupo es pobre sobre el parámetro de diversidad lo que nos refleja que son muy pocas las especies presentes en ambas áreas de análisis y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por otra parte las altas temperaturas influyen de manera directa, generando muy poca visibilidad de la misma y por lo mismo no se obtiene un gran registro de ella. En cuanto al valor de J, este es alto con un valor de 0.88 y 0.97 respectivamente.

En cuanto a la abundancia relativa en este grupo las especies son muy escasas y de acuerdo a los resultados obtenidos para la unidad de análisis se puede ver a la rana trepadora (*Smilisca baudinii*) con 50, seguido por el sapo/much (*Chanus marinus*) con 37.5 y en tercer lugar la rana de charcos (*Leptodactylus melanonotus*). En tanto que para el predio del proyecto se puede ver a la rana trepadora (*Smilisca baudinii*) con 60, seguido por el sapo/much (*Chanus marinus*) con 40.

## **4.5.2. Aspectos socioeconómicos**

En este apartado se presentan los aspectos sociales y económicos que enmarcan al Proyecto y su Sistema Ambiental Regional.

### **4.5.2.1. Contexto regional**

Como se ha señalado, El Proyecto se localiza en el municipio de Solidaridad; este municipio cuenta con una extensión territorial de 2,205 km<sup>2</sup> y corresponde al 4.33% de la superficie total del estado de Quintana Roo. Colinda al Norte con el municipio de Benito Juárez, al Noreste con el municipio Lázaro Cárdenas, al Sur con el municipio de Tulum, y al Este con la Isla Cozumel y el Mar Caribe.

Alberga al 18% de la población total del estado, siendo el segundo municipio con mayor ocupación dentro del estado, el primer lugar lo ocupa Benito Juárez con el 49.88% de la población (INEGI, 2010).

A partir de los años 80's el Estado de Quintana Roo ha presentado un incremento considerable en el número de habitantes, ocasionada principalmente por la migración de habitantes de otros estados. Esto se ve claramente reflejado en el último Censo realizado por INEGI en 2020, se observa que el municipio de Solidaridad presentó una tasa de crecimiento de 7.68% en el periodo de 2010 a 2020, pasando de 159,310 habitantes a 333 800, lo que demuestra claramente el potencial de crecimiento que se está presentando en la región (INEGI, 2020).

#### 4.5.2.2. *Caracterización municipal*

De acuerdo con los resultados obtenidos del último Censo Poblacional y Vivienda realizado en el 2020 por el INEGI, el Municipio de Solidaridad tiene una superficie territorial de 2,014.9 Km<sup>2</sup> y cuenta con el 18% de la población del estado de Quintana Roo; la densidad de población es de 165.7 hab/km<sup>2</sup>. Existe una predominancia de población masculina, con una relación de 104 hombre por cada 100 mujeres. Es un municipio con población joven; la mitad de su población tiene 28 años o menos.

El municipio registró una tasa de migración respecto al 2015 del 21.3%, la principal causa de la migración fue por trabajo.

La localidad de Playa del Carmen es la que cuenta con mayor población, con 304,942 habitantes; que representa el 91% de la población total del municipio.

En el municipio se contabilizaron 110,763 viviendas, lo que representa el 19.2% del total estatal. Se registró que, únicamente el 1.5% de las viviendas tienen piso de tierra. En promedio, cada vivienda cuenta con 3 ocupantes. El 86.1% de las viviendas cuentan con refrigerador, 69% con lavadora; el 35% cuentan con computadora mientras que el 52.5% cuentan con Internet. Únicamente el 21.5% cuentan con línea telefónica fija, sin embargo, el 92.3% cuentan con teléfono celular.

Respecto a la disponibilidad de servicios y equipamiento, el 91.7% de las viviendas cuentan con agua entubada, el 96% con drenaje, el 96.3% con servicios sanitarios, el 95.9% con energía eléctrica, el 92% con tinaco; únicamente el 23.6% con cisterna.

El 73.8% de la población municipal, mayor a 12 años, es económicamente activa. De la cual, el 59% es ocupada por hombres y el 41% por mujeres. Por otra parte, el 25.8% de la población no es económicamente activa, ocupada principalmente por personas dedicadas a los quehaceres del hogar (44.1%) y por estudiantes (39.1%).

La educación básica es el nivel de escolaridad predominante del municipio para la población mayor de 15 años, representado por el 43.3% de sus habitantes, seguido por la media superior 31.3% y el nivel superior con el 22.8%. Únicamente el 2.4% de su población no cuenta con ningún grado de escolaridad. La tasa de alfabetización en el municipio para la población de entre 15 a 24 años es del 98.9%, mientras que, para la población mayor a los 25 años es de 97.7%.

Como es característico de la región, en el municipio, el 8.61% de población habla lengua indígena, siendo la más frecuente la lengua Maya (65.8%) seguido por la Tzeltal (11.3%).

### Conectividad

El Municipio Solidaridad, cuenta 101 kilómetros de carreteras federales, 175 estatales y 84 rurales, así como 286,787 km<sup>2</sup> de vialidades en la cabecera y comunidades, siendo el parque vehicular es de 7 mil 96 unidades: 4 mil 449 automóviles, mil 594 camiones de carga, mil 34 motocicletas y 19 camiones de pasajeros.

La carretera Federal 307 atraviesa al municipio de sur a norte de Chetumal a Cancún, comunicando desde Tulum hacia el norte al litoral del municipio. Esta carretera es de cuatro carriles, lo que ha mejorado sustancialmente la comunicación a lo largo de la Riviera Maya. Mientras que desde Tulum a Punta Allen se comunican todavía por un camino de terracería. Otra carretera importante es la vía Tulum–Cobá–Nuevo Xcan, que recorre el municipio de este a oeste conectando los importantes centros turísticos de Tulum y Cobá. Por otro lado, de Cobá parte una carretera interestatal que conecta Cobá con Chemax, en el estado de Yucatán y que constituye una vía corta para Mérida. Esto determina que todas las localidades mayores de 50 habitantes se encuentran comunicadas por vía terrestre.

En cuanto a la comunicación marítima, existe una terminal en Playa del Carmen para la comunicación con Cozumel. Esta cuenta con un muelle para las embarcaciones con ruta a la Isla y para el servicio a cruceros turísticos internacionales que arriban constantemente. Además, en Punta Venado, situado a 12 Km. de Playa del Carmen, se ubica una terminal para transbordadores que realizan la transportación de carga y pasajeros a Cozumel, así como el servicio de exportación de materiales pétreos a los Estados Unidos por una empresa privada.

En relación con la comunicación aérea, existe un aeródromo para aviones de corto alcance, que realizan un servicio entre Playa del Carmen y otros centros turísticos situados a corta distancia, principalmente a Cozumel. Asimismo, Tulum cuenta con un aeródromo de poco uso comercial, y actualmente bajo resguardo del ejército. Finalmente, en Boca Paila existe una aeropista de uso turístico.

### Comunicaciones

En Playa del Carmen se brinda el servicio de telégrafos y servicio postal, con dos administraciones de correos operando en Playa del Carmen y Tulum, respectivamente y con sucursales en Cobá y Puerto Aventuras. Opera en Playa del Carmen tanto el servicio de telefonía automática como de celular; mientras que en Tulum la comunicación se establece a través de una caseta de larga distancia con extensiones. En cuanto a la zona rural, se instaló el servicio de telefonía en ocho localidades: Akumal, Chanchén Palmar, Cobá, Macario Gómez, Manuel Antonio Ay, Punta Allen, San Juan de Dios y San Silverio.

Por otro lado, la cabecera municipal (Playa del Carmen) cuenta con una estación comercial de radio con cobertura a todo el municipio. No obstante, de no contar con repetidoras, se escuchan las estaciones de Cancún, Cozumel y Yucatán.

### Recolección de Basura

Conforme a los datos oficiales, existe un relleno sanitario ubicado fuera del Centro de Población de Playa del Carmen. Actualmente el servicio de recolección y disposición de residuos sólidos cubre todo el territorio municipal.

### Agua Potable y Tratamiento de Aguas Negras



Todo el Municipio cuenta con solo dos plantas de tratamiento donde según los datos oficiales se procesan 59,916 metros cúbicos de aguas residuales (8.33%) y un total anual de 719 mil metros cúbicos.

### Energía Eléctrica y Alumbrado Público

En lo que respecta al servicio eléctrico el Playa del Carmen, diversas industrias y comercios cuentan con energía eléctrica, distribuidos de la siguiente forma: uso residencial 13,685 usuarios; uso comercial 2,419, uso público 69 y 8 de uso agrícola. Más de 800 luminarias prestan servicio en alumbrado público, sin considerar la colonia Luis Donaldo Colosio que cuenta con su propia red, actualmente de implementación.

En el caso específico para el proyecto, el voltaje de Media Tensión en la zona es de 13,200 Volts, sistema trifásico 3 fases, 4 hilos, 60 Hz, tipo aéreo. Actualmente en el predio se está construyendo un "Servicio Provisional", en media tensión (así denominado por el personal de la CFE local correspondiente) el servicio provisional es del tipo subterráneo y está dado por medio de una transición aéreo-subterránea, localizada sobre la carretera Tulum-Cancún, ingresando al predio por la servidumbre de paso denominada "San José".

En general, los problemas de infraestructura generan una gran presión social especialmente por la creciente demanda de los pobladores que diariamente se suman al municipio. Además, esta se complica por las condiciones irregulares existentes tanto en la tenencia de la tierra como por los asentamientos que se encuentran en proceso de regularización.

#### 4.5.2.3. *Economía*

El estado de Quintana Roo tiene una Población Económicamente Activa (PEA) superior a la media nacional (61.95%), con un 68.47%. De la cual el 98.4% está ocupada y el 1.6% desocupada. De manera particular, el municipio de Solidaridad, cuenta con una PEA del 73.8%. El 158,936 de su población (de 12 años y más) está ocupada.

La vocación económica estatal para Quintana Roo, es decir en qué sector económico (primario, secundario o terciario) se encuentra ocupada la mayor parte de la PEA, sector terciario a través de actividades relacionadas con servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros.

Lo mismo ocurre con el municipio de Solidaridad, siendo el sector económico terciario en donde se encuentra ocupada la mayor parte de la PEA, y en específico en el relacionado con Servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros, con el 69.69% de la población. En la Tabla 4. 69 se presenta la distribución de la PEA por sector de actividad económica para el Estado y el municipio de Solidaridad.

Tabla 4. 69. Vocación económica de la PEA estatal y municipal.

| Ubicación    | Sector de actividad económica                                  |   |              |          |   |                 |
|--------------|--|---|--------------|----------|---|-----------------|
|              | Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza | Minería, industrias manufactureras, electricidad y agua | Construcción | Comercio | Servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros | No especificado |
| Quintana Roo | 4.71%  | 5.44%   | 8.56%        | 17.54%   | 61.05%  | 2.70%           |
| Solidaridad  | 0.86%  | 3.83%   | 8.96%        | 15.23%   | 69.69%  | 1.43%           |

Elaboración propia con datos de INEGI (2020).

### Actividades del sector terciario

#### Turismo

Representa la actividad económica más importante en el municipio, al igual que en todo el estado de Quintana Roo. Lo anterior está relacionado con que las localidades de Solidaridad comprenden la mayor parte de la denominada "Riviera Maya".

Dentro del Estado de Quintana Roo, la "Riviera Maya" ocupó el segundo lugar de importancia turística, durante los ciclos 2015 y 2016, sólo por debajo de Cancún, en los siguientes indicadores: a) Afluencia de turistas (Tabla 4. 70), b) infraestructura hotelera (Tabla 4. 71), y c) Derrama económica por la actividad turística (Tabla 4. 72). Asimismo, ocupó el segundo lugar en movimiento de pasajeros de cruceros después de Cozumel (Tabla 4. 73).

Tabla 4. 70. Afluencia de turistas al estado de Quintana Roo durante los ciclos 2015 y 2016.

| Destino               | 2015              | 2016              |
|-----------------------|-------------------|-------------------|
|                       | ene-dic           | ene-dic           |
| Riviera Maya          | 4,661,641         | 4,790,056         |
| Cancún                | 4,622,286         | 4,761,482         |
| Cozumel               | 575,055           | 719,046           |
| Chetumal              | 472,364           | 480,384           |
| Isla Mujeres          | 303,335           | 435,677           |
| <b>Total, Estatal</b> | <b>10,634,681</b> | <b>11,186,645</b> |

Tabla 4. 71. Infraestructura hotelera del estado de Quintana Roo durante los ciclos 2015 y 2016.

| Centro Turístico | 2015              |                   | 2016              |                   |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                  | Número de Hoteles | Número de Cuartos | Número de Hoteles | Número de Cuartos |
| Riviera Maya     | 407               | 43,761            | 411               | 45,217            |
| Cancún           | 145               | 30,667            | 187               | 35,549            |
| Cozumel          | 45                | 4,098             | 51                | 3,748             |
| Isla Mujeres     | 78                | 2,530             | 57                | 3,748             |
| Holbox           | 56,               | 589               | 39                | 651               |

| Centro Turístico       | 2015              |                   | 2016              |                   |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                        | Número de Hoteles | Número de Cuartos | Número de Hoteles | Número de Cuartos |
| Puerto Morelos         | 33                | 5,072             | 25                | 5,052             |
| Chetumal               | 72                | 2,196             | 70                | 2,208             |
| Costa Maya             | 39                | 343               | 42                | 565               |
| Kohunlich              | 2                 | 42                | 2                 | 42                |
| José Ma. Morelos       | 9                 | 90                | 9                 | 58                |
| Kantunilkin            | 11                | 100               | 11                | 100               |
| Chiquila               | 1                 | 6                 | ND                | ND                |
| Ignacio Zaragoza       | 1                 | 15                | ND                | ND                |
| Bacalar                | 32                | 379               | 47                | 515               |
| Felipe Carrillo Puerto | 12                | 160               | 12                | 177               |
| <b>Total, Estado</b>   | <b>943</b>        | <b>90,048</b>     | <b>963</b>        | <b>97,606</b>     |

Tabla 4. 72. Derrama económica en el estado de Quintana Roo por la actividad turística y lugar que ocupó la Riviera Maya durante los ciclos 2015 y 2016 (en millones de USD).

| Destino              | 2015              | 2016              |
|----------------------|-------------------|-------------------|
|                      | Ene-dic           | ene-dic           |
| Cancún               | \$4,976.90        | \$4,700.64        |
| Riviera Maya         | \$2,936.83        | \$3,017.74        |
| Cozumel              | \$611.20          | \$710.57          |
| Isla Mujeres         | \$80.69           | \$115.89          |
| Chetumal             | \$56.68           | \$57.65           |
| <b>Total, Estado</b> | <b>\$8,662.30</b> | <b>\$8,602.48</b> |

Tabla 4. 73. Movimiento de pasajeros de cruceros en el estado de Quintana Roo y lugar que ocupó la Riviera Maya durante los ciclos 2015 y 2016.

| Destino             | 2015             | 2016             |
|---------------------|------------------|------------------|
|                     | ene-dic          | ene-dic          |
| Cozumel             | 3,391,241        | 3,637,321        |
| Riviera Maya        | 1,471            | 0                |
| Costa Maya          | 425,102          | 673,661          |
| <b>Total Estado</b> | <b>3,817,814</b> | <b>4,310,982</b> |

### Comercio

La actividad comercial en el Municipio de Solidaridad se concentra principalmente en Playa del Carmen; donde se ubican establecimientos que se pueden clasificar en dos categorías: tiendas dedicadas principalmente a la venta de productos de consumo para la comunidad, tales como autoservicios, abarrotes, tiendas de carne, frutas, verduras y licores que destacan en los centros comerciales; y tiendas del sector comercial dedicado a satisfacer las necesidades del turismo nacional e internacional (joyerías, tiendas de ropa y una amplia variedad de artesanías).

Indicadores de bienestar: pobreza y carencias sociales.

Respecto a los indicadores de pobreza (Tabla 4. 74), el municipio se encuentra muy por debajo del porcentaje estatal, siguiendo también la tendencia de mayor concentración de población en situación de pobreza moderada respecto a la población en pobreza extrema.

Pese a lo anterior, el porcentaje de población vulnerable por carencias sociales (rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, carencia por espacios y calidad de la vivienda y/o acceso a la alimentación) supera significativamente el porcentaje estatal. Según cifras del CONEVAL, las principales carencias social de la población del municipio son el acceso a seguridad social (51% del total de la población) y acceso a espacios y calidad de vivienda (24.7% del total de la población). Así mismo, según cifras del índice de rezago social, el grado del municipio es Muy Bajo, lo que podría estar relacionado con las remesas de las actividades turísticas que predominan en la región.

**Tabla 4. 74. Población en situación de pobreza según cifras de la encuesta intercensal 2015. Fuente: CONEVAL, 2019.**

| Indicador de pobreza                                      | Porcentaje municipal (%) | Porcentaje estatal (%) |
|---|--------------------------|------------------------|
| Porcentaje de población en situación de pobreza           | 19.6                     | 33.4                   |
| Porcentaje de población en situación de pobreza moderada  | 17.7                     | 27.8                   |
| Porcentaje de población en situación de pobreza extrema   | 1.8                      | 5.6                    |
| Porcentaje de población vulnerable por carencias sociales | 49.8                     | 36.1                   |
| Porcentaje de población vulnerable por ingresos           | 3.1                      | 5.8                    |
| Porcentaje de población no vulnerable                     | 27.6                     | 24.7                   |

#### **4.6. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE SUELO PROPUESTO**

De acuerdo a la Fracción LXI, del Artículo 7, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de fecha 5 de junio de 2018, los Servicios Ambientales son definidos como: Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto y que proporcionan beneficios al ser humano.

Por otra parte, se han considerado como los más importantes los que se anotan a continuación:

- a) La provisión del agua en calidad y cantidad.
- b) La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.
- c) La generación de oxígeno.
- d) El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.
- e) La modulación o regulación climática.
- f) La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.
- g) La protección y recuperación de suelos
- h) El paisaje y la recreación, entre otros.

Considerando que el proyecto, se desarrollará en un predio que cuenta con una superficie de total de 17.92 has, de las cuales se pretende realizar el cambio de uso de suelo en 10.66 has. Se tiene que se reducirá en cierta medida los espacios arbolados, así como de los procesos de sucesión natural que se realizan en la zona, por lo que es preciso destacar los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo del ecosistema presente en el área del Proyecto:

##### **4.6.1. La provisión del agua en calidad y cantidad.**

En el área sujeta a cambio de uso de suelo (10.66 has) que comprende el Proyecto, de acuerdo a la información proporcionada por la estación meteorológica más cercana al mismo (Playa del Carmen) presenta precipitaciones mayores de los 1000 mm, es decir 1,383.1mm para el 2010, también en el no existen corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y al relieve del mismo que es sensiblemente plano (0.5%), considerándola como poco significativa.

De acuerdo con los estudios hidrológicos del estado (INEGI 2002), y la Comisión Nacional del Agua, la zona correspondiente a la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A (subcuenca "d"), se caracteriza por tener precipitaciones promedio del orden de los 1300 mm anuales, así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y el relieve de este que es sensiblemente plano (0.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta al a evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Estos procesos determinan que en la región no existen ríos subterráneos y que todo el drenaje sea subterráneo dirigiéndose desde los sitios de recarga hacia la descarga litoral de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, por otra parte, la hidrología superficial del predio del proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

La actual infiltración de agua (con suelo y vegetación natural) en el área pretendida para el CUSTF es de 86,262.00 m<sup>3</sup>/año. La infiltración disminuirá en caso de llevar a cabo el CUSTF, establecimiento del proyecto (sellamiento del suelo) y sin medidas de protección-conservación del agua hasta un valor de 36,596.40 m<sup>3</sup>/año. Se tendrá una pérdida neta y un volumen de agua a mitigar por el proyecto de 49,665.60 m<sup>3</sup>/año.

Con la finalidad de hacer de este proyecto en uno sustentable y viable ambientalmente se plantea la aplicación de medidas de mitigación mediante la permanencia de áreas de conservación que logran mitigar completamente el volumen de agua que se perderá por motivo del CUSTF (49,665.60 m<sup>3</sup>/año) por el proyecto "Senderos Poniente". Lo anterior, indica que el aplicar las medidas de protección-conservación del agua y del suelo permitirá mitigar completamente la pérdida neta de infiltración por motivo de CUSTF permitiendo tener un seguimiento en la prestación del servicio ambiental de captación de agua en cantidad importante con un volumen de 95,319.06 m<sup>3</sup>/año. Es decir, permitirá que el proyecto sea totalmente sostenible y viable ambientalmente.

Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden del 41%, que quedará en pie formando parte del proyecto y que este representa una superficie de 7.26 has del predio.

Por otra parte, se tiene que de acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, se considera que el municipio ubicado dentro de la Cuenca 32A cuenta con una superficie de 2'128,054.31 m<sup>2</sup> (212,805.45 has), así mismo y de acuerdo con la caracterización municipal presentada en la siguiente tabla se distribuyen distintos tipos de vegetación los cuales se registran a continuación:

**Tabla 4. 75. Uso del suelo y vegetación del municipio de Solidaridad.**

| Uso de suelo y vegetación  | Área en m <sup>2</sup> | Hectáreas  | % Municipal |
|--|------------------------|------------|-------------|
| Selva Mediana subperennifolia  | 1,245,868,591.44       | 124,586.86 | 58.54       |
| Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia                                  | 498,629,901.97         | 49,862.99  | 23.43       |
| Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia con agricultura nómada (hubches) | 290,145,945.79         | 29,014.59  | 13.63       |
| Sin vegetación aparente  | 48,442,198.38          | 4,844.22   | 2.28        |
| Sabana   | 19,481,953.83          | 1,948.20   | 0.92        |

| Uso de suelo y vegetación | Área en m <sup>2</sup>  | Hectáreas         | % Municipal   |
|---------------------------|-------------------------|-------------------|---------------|
| Manglar                   | 15,542,158.96           | 1,554.22          | 0.73          |
| Selva baja subcaducifolia | 6,683,821.75            | 668.38            | 0.31          |
| Vegetación halófila       | 2,243,711.69            | 224.37            | 0.11          |
| Cuerpo de agua            | 1,016,226.51            | 101.62            | 0.05          |
| <b>TOTAL</b>              | <b>2,128,054,510.31</b> | <b>212,805.45</b> | <b>100.00</b> |

Fuente: "Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050".

De acuerdo con los datos de la tabla antes citada y tomando en consideración únicamente los ecosistemas de Selva Mediana subperennifolia y la Vegetación secundaria derivada de la misma, se registra que para el municipio estos ambientes alcanzan cobertura en una superficie combinada de 174,449.85 ha. Asimismo, estas zonas se encuentran cubiertas de vegetación natural, lo que facilita que el agua de lluvia se percole libremente, contribuyendo a la formación y recuperación del acuífero.

En este sentido, el proyecto afectará 10.66 hectáreas, lo que representa tan solo un 0.00611063867% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio. Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 7.26 has (41%) que quedará en pie formando parte del proyecto.

La remoción de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo no afectará la capacidad de captación ni se provocará la disminución de esta, en la zona donde se ubica el Proyecto de interés. En este caso, los efectos en la captación de agua no son considerados significativos, ya que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada desde hace muchos años por los desarrollos turísticos ubicados en la Riviera Maya y el crecimiento de la ciudad de Playa del Carmen. Sin embargo, se realizarán acciones tales como:

- Evitar las descargas sanitarias al subsuelo mediante la contratación de sanitarios portátiles para uso obligatorio de los trabajadores a razón de uno por cada 25 trabajadores.
- No habrá almacenamiento de combustibles en el lugar para evitar posibles accidentes con los derrames de estos productos.
- De tener la posibilidad de almacenamiento de combustible en la zona del proyecto durante la etapa de preparación del sitio, este será a base de contenedores bajo condiciones adecuadas para evitar en la medida de lo posible un derrame.
- Se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.

**Con referencia a la calidad del agua** en la zona, se considera que, por el desarrollo del proyecto, ésta no se verá afectada debido a los factores siguientes:

De acuerdo con el balance hidrológico del estado de Quintana Roo, existe gran disponibilidad de agua subterránea por lo que ésta alcanza un volumen disponible de alrededor de los 3,256 mm<sup>3</sup>. De este valor tan solo se utiliza cerca de los 423 mm<sup>3</sup>, lo que corresponde con un 13% del total de agua disponible (González-Canto, 2006). Asimismo, y de acuerdo con la CONAGUA (2011), se reconoce que el acuífero de la Península de Yucatán se mantiene una excelente calidad del agua, lo cual está basado en el análisis de 3 parámetros principales:

- Demanda Química de Oxígeno (DBO5),

- Demanda Química de Oxígeno (DQO) y
- Sólidos Suspendidos Totales (SST).

No obstante, lo anterior, los retos a los cuales se enfrentan los organismos administradores del agua indican que se deberá evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo. Además de que se debe mantener una explotación controlada que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero.

En este sentido y a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del Proyecto, se habrán promover acciones que no comprometan la modificación en la calidad del agua como son:

- En primera instancia se hace mención que en la zona donde se ubicará el proyecto de interés no existen pozos de captación ni se lleva a cabo al aprovechamiento de las aguas subterráneas.
- Además, y para evitar la contaminación de las aguas subterráneas se llevará a cabo la disposición adecuada de las aguas residuales generadas por los trabajadores durante la etapa de preparación del sitio del proyecto.
- Se contará con un sanitario portátil a razón de 1 por cada 25 trabajadores, mismos que requerirán de labores de mantenimiento además de realizar de manera adecuada la disposición final de dichas aguas.
- De tener la posibilidad de almacenamiento de combustible en la zona del proyecto durante la etapa de preparación del sitio, este será a base de contenedores bajo condiciones adecuadas para evitar en la medida de lo posible un derrame.
- Se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra

#### **4.6.2. La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.**

La captura de carbono (CO<sub>2</sub> atmosférico causante del Calentamiento Global) ocurre únicamente durante el desarrollo de los árboles, y se detiene cuando los árboles llegan a su madurez total.

Los árboles absorben dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico junto con elementos en suelos y aire para convertirlos en madera que contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de CO<sub>2</sub> que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Aproximadamente del 42% a 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura. Lo primordial es cuanto carbono (CO<sub>2</sub>) captura el árbol durante toda su vida.



Los árboles, al convertir el CO<sub>2</sub> en madera, almacenan muy lentamente sólo una pequeña parte del CO<sub>2</sub> que producimos en grandes cantidades por el uso de combustibles fósiles (petróleo, gasolina, gas, etc.) para el transporte y la generación de energía eléctrica en las actividades humanas que diariamente contaminan el medio ambiente. Después de varios años, cuando los árboles han llegado a su madurez total, absorben (capturan) únicamente pequeñas cantidades de CO<sub>2</sub> necesarias para su respiración y la de los suelos.

El dióxido de carbono atmosférico (CO<sub>2</sub>) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El CO<sub>2</sub> regresa a la atmósfera mediante la respiración de los árboles y las plantas, y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación).

Para calcular la captura de carbono es necesario conocer el período en cual el bosque alcanzará su madurez. Los índices de captura de carbono varían de acuerdo con el tipo de árboles, suelos, topografía y prácticas de manejo en el bosque. La acumulación de carbono en los bosques, llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. El punto de saturación se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo. Las prácticas para captura de carbono deben continuar, aún después de haber llegado al punto de saturación para impedir la emisión de carbono nuevamente a la atmósfera.

Plantas, humanos y animales, son formas de vida basadas en el carbono. Estas formas de vida utilizan energía solar para obtener el carbono que es necesario en la química de las células. Los árboles absorben CO<sub>2</sub> a través de los poros en sus hojas. Y particularmente por la noche, los árboles emiten más CO<sub>2</sub> del que absorben a través de sus hojas.

Una tonelada de carbono en la madera de un árbol o de un bosque, equivale a 3.5 toneladas aprox. de CO<sub>2</sub> atmosférico. Una tonelada de madera con 45% de carbono contiene 450 Kg. de carbono y 1575 Kg. de CO<sub>2</sub>. Árboles maduros, plantados a distancia de 5 metros forman bosque de 400 árboles por hectárea. Si cada árbol contiene 300 Kg. de carbono y 42% de la madera del árbol es carbono, esto significaría que cada árbol pesa 714 Kg. En este caso, la captura de carbono sería de 120 toneladas por hectárea (400 x 714 x 42%).

Estimaciones sobre captura de carbono durante 100 años oscilan entre 75 y 200 toneladas por hectárea, dependiendo del tipo de árbol y de la cantidad de árboles sembrados en una hectárea. Es posible entonces asumir 100 ton de carbono capturado por hectárea, equivalente a 350 ton de CO<sub>2</sub> por hectárea en 100 años.

Esto es una tonelada de carbono y 3.5 ton de CO<sub>2</sub> por año y por hectárea, sin tomar en cuenta la pérdida de árboles. Calculando la pérdida de árboles en 25% por hectárea. Entonces la captura de carbono es de 75 ton/ha/año equivalente a 2.6 ton de CO<sub>2</sub> por año y por hectárea.

De acuerdo con el IPCC (1992 y 1995) y Montoya et al (1995), la deforestación mundial anual se calcula en 17 millones de hectáreas, lo que significa una liberación anual de cerca de 1.8 GTC<sub>3</sub>: lo que representa el 20% de las emisiones antropogénicas totales, esto quiere decir que una hectárea de selva madura al ser deforestada libera 105.88 toneladas de carbono.

Tomando en consideración todos estos datos, es innegable que el cambio de uso del suelo va a contribuir a la pérdida de la captura de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, tomando en consideración que la superficie a desmontar no es una superficie netamente selvática y que la vegetación existente en el lugar corresponde a una vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana entonces podemos considerar que la pérdida de captura de CO<sub>2</sub> es de aproximadamente 2.6 ton/ha/año y de 0.75

ton de carbono /ha /año y que de acuerdo a la superficie que se solicita de cambio de uso del suelo (10.66 has), se calcula la pérdida de 27.71 ton /ha/año de CO<sub>2</sub> y de 7.99 ton/ha/año de Carbono.

Por otra parte, se confirma que en la zona no existen ni el proyecto plantea el establecimiento de fuentes fijas emisoras de contaminantes a la atmósfera. Además de que no hay una industria establecida en el área. Por lo tanto, se confirma que las afectaciones que se habrá de generar son de carácter limitado, temporal y poco significativo, y que en realidad habrán de quedar referidas a las mismas emisiones de contaminantes que ya existen en la zona por el tráfico vehicular de la Riviera Maya. Asimismo, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 7.26 has (41%) que quedará en pie formando parte del proyecto.

#### **4.6.3. La generación de oxígeno.**

Contrario a lo que pudiera pensarse, las plantas no son generadoras o productoras de oxígeno, ya que durante el proceso de la fotosíntesis ellos absorben CO<sub>2</sub> y liberan O<sub>2</sub> y lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias necesarias para las plantas, y de noche, no pueden "producir ni desechar" CO<sub>2</sub> ya que es lo que utilizan para la realización de la fijación del carbono y del ciclo de Calvin. Sin embargo, para su proceso natural de respiración ellas si necesitan el oxígeno y liberan el CO<sub>2</sub>, por lo que también son fuentes de liberación de CO<sub>2</sub> en la noche. Aunque parezca un poco contradictorio un árbol maduro se considera que tiene tasa cero en la captura y liberación de CO<sub>2</sub> y su liberación de oxígeno es menor a un árbol joven.

Los grandes liberadores de oxígeno son los mares que aportan el 70% del oxígeno existente en el planeta y los árboles que en total liberan el 30% restante.

Por tal motivo las plantas también compiten con los humanos por el oxígeno existente en el planeta, sin embargo, ellos han aprendido a utilizar menos de lo que absorben por lo que tienen más probabilidades de vivir más tiempo que los humanos que básicamente somos consumidores.

Por otra parte, se tiene que de acuerdo con datos proporcionados por el colegio Domingo Savio-Santa Rosa L P., las selvas liberan 6.67 toneladas de O<sub>2</sub> (oxígeno) por hectárea por año, por lo que, considerando estos datos, es innegable que el cambio de uso del suelo va a contribuir a la pérdida de la captura de O<sub>2</sub>. Sin embargo, si se toma en cuenta que la superficie a desmontar no es una superficie netamente selvática y Si no que la vegetación existente en el lugar corresponde a una vegetación de Selva Mediana/vegetación secundaria entonces podemos considerar que la pérdida de O<sub>2</sub> por la superficie que representa (10.66 has) será de 71.10 toneladas por hectárea por año.

La remoción de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo no afectará la generación de O<sub>2</sub>, en la zona donde se ubica el Proyecto de interés. En este caso, los efectos en la pérdida de generación de O<sub>2</sub>, no son considerados significativos, ya que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada desde hace muchos años por el desarrollo turístico de la Riviera Maya. Asimismo, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 7.26 has (41%) que quedará en pie formando parte de este.

#### 4.6.4. El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.

Durante el verano, en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión lo que da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas dependiendo de la energía acumulada puede evolucionar para formar un ciclón o un huracán. Además de que Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

De acuerdo con los registros, septiembre es el mes en que se manifiesta la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Así entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada, y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993). La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En particular para el estado, existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Mar Caribe afecten la zona costera y en particular el municipio de Solidaridad ya que este se encuentra en su radio de acción y aun cuando la mayoría de estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona. Además, en el 2005 se manifestó el Huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración ya que se mantuvo prácticamente estacionado.

Algunos de estos fenómenos se presentan al finalizar la temporada de huracanes (noviembre), por lo que su trayectoria puede verse afectada por la incidencia de los Nortes o frentes fríos. Lo que ha ocasionado que se desvíen hacia el sur como fue el caso del huracán Mitch (1998), por lo que en recorrido impacto a los países centroamericanos. No obstante, en el estado se tuvo la incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó.

De cualquier manera, se reconoce que la presencia de aguas cálidas ya sea en el Mar Caribe o el Golfo de México, es la fuente de energía de los huracanes. Por ello cuando tocan tierra su fortaleza comienza de decrecer y de ahí la importancia de que el territorio cuente con amplias zonas cubiertas de vegetación natural, la cual contribuye a la disipación o al menos a la pérdida del poder de destrucción de estos fenómenos.

Para el caso del proyecto, se considera que la pérdida de la vegetación en una superficie de 10.66 hectáreas de selva mediana con vegetación secundaria es poco significativa ya que finalmente esta será remplazada por el componente suburbano, el cual de igual manera contribuye a la mitigación de los eventos meteóricos.

#### 4.6.5. La modulación o regulación climática.

Los espacios que cuentan con una cobertura vegetal contribuyen de manera directa a la regulación de los factores climáticos extremos. Para la zona de la Riviera Maya (tramo Solidaridad – Puerto Morelos), los registros refieren que se ubica dentro de una zona de clima Aw1 (x), mismo que se define como cálido subhúmedo. Dentro de este régimen y durante los meses de verano se llegan a alcanzar temperaturas extremas de hasta los 38 °C, razón por la cual las áreas naturales juegan un papel preponderante para minimizar los efectos de las altas temperaturas. Debido a que se requiere el desmonte de una superficie de 10.66 has para el establecimiento del Proyecto, el microclima de una zona cubierta por vegetación forestal promoverá la modificación de varios factores:

- Incremento en la radiación solar. En la vegetación forestal, la densidad de la cubierta vegetal reduce el paso de la luz y el calor, situación que será modificada por el cambio de uso de suelo. Sin embargo, estos eventos tendrán menor impacto y repercusión de lo esperado debido a que la vegetación en mucho de los casos será sustituida por áreas ajardinadas con vegetación nativa.
- La disminución de las temperaturas máximas en verano: En los ecosistemas mejor conservados, la cubierta vegetal representado por un dosel arbóreo intercepta el paso de los rayos solares, atenúa la fuerza del viento y retarda la irradiación del calor del suelo. La transpiración de las plantas también resta calor al medio. Como en el caso anterior, se debería esperar que esta situación sea modificada por el cambio de uso de suelo para el desarrollo del proyecto, ya que el ecosistema presente y que se pretende afectar alcanza alturas de hasta 8 m y se observa de forma homogénea colindante a la carretera federal
- La vegetación selvática reduce la fuerza del viento y, por lo tanto, disminuye la evaporación y su efecto desecador debido a los vientos secos. En estos ambientes, los árboles enfrentan unidos las inclemencias del clima, actuando en conjunto.

Con base en las consideraciones anteriores descritas, de la zona del proyecto y tomando en cuenta que el 90% de la superficie del municipio de Solidaridad a la que pertenece el proyecto se encuentra cubierto de vegetación característica de selva mediana, el aprovechamiento que propone el proyecto no pone en riesgo las condiciones climáticas puesto que la infraestructura por establecer es la mínima necesaria. Además, y como se ha referido el predio cuentan aún con amplias áreas de cobertura natural que atenúa el paso de los huracanes y la modulación o regulación climática en virtud de la gran capacidad de regeneración que tienen los ecosistemas tropicales.

En contrapartida a lo antes expuesto, se debe referir que en la zona existe la presencia de vientos de este y sureste, que han surcado a través de las aguas del mar Caribe, por lo que generan altos valores de humedad situación que contribuye a mitigar las altas temperaturas que pueden llegar a prevalecer en la zona. Por ello en un balance hídrico de la región se puede apreciar que durante los meses de primavera y verano existe evaporación mucho más alta, con un promedio de 178 mm, que los que se captan por medio de la precipitación pluvial, lo cual es ocasionado por las altas temperaturas que se presentan en la zona.

Para el final del verano y principio del otoño, en donde las lluvias se manifiestan en la región, se compensan de manera significativa los volúmenes de humedad perdidos por evaporación (un promedio de 120 mm), siendo ésta una contribución importante para la recarga del acuífero.

Además, se puede observar que la humedad relativa media anual oscila alrededor del 94.4 %, misma que se mantiene casi constante a través del año, recibiendo además aportes de aire marítimo tropical provenientes del mar Caribe. En lo que se refiere a la humedad máxima y mínima extremas mensuales, éstas comprenden aproximadamente el 97% y el 60% respectivamente.

#### **4.6.6. La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.**

##### **4.6.6.1. Componente florístico**

La selva mediana subperennifolia que cubre la cuenca 32A y en específico la unidad de análisis, cuenta con una buena representación de la flora arbórea que caracteriza a la selva mediana subperennifolia de igual forma el sitio propuesto para el cambio de uso del suelo presenta una selva mediana subperennifolia con grado de desarrollo secundario arbóreo pues así se demuestra en el siguiente análisis.

Para la unidad de análisis de la cuenca de acuerdo con el anexo digital datos predio cuenca (listado florístico) (Excel) se tiene que cuenta con un total de 50 especies en sus tres estratos consideradas como propias de la selva en proceso de sucesión. Así también para el predio del proyecto de acuerdo con el anexo digital datos del predio (listado florístico) se tiene que un total de 49 especies distribuidas en los tres estratos, de igual forma consideradas como propias de la selva en proceso de sucesión

Es importante mencionar que ambos predios cuentan con un gran número de especies leguminosas 11 y 9 en total lo que significa que se encuentran en un proceso avanzado de sucesión.

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Wiener, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J) así como el análisis del IVI y los resultados son los siguientes:

##### **Estrato arbóreo**

De acuerdo con los datos obtenidos se tiene que, tanto para la unidad de análisis como para el predio del proyecto, el resultado obtenido es de 4.11 y 3.82 respectivamente, por lo cual se refleja como buena diversidad para el primero y una moderada diversidad para el segundo, y esto es entendible en virtud de que el primero reporta la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en buen estado de conservación. En cuanto a los datos de "J" sus valores para ambas se consideran altos con 0.822 y 0.759, lo que indica que las especies tienden a ser equitativos.

De acuerdo con Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son: el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 37.97, seguido por el Chechem (*Metopium brownei*) con el 35.87 y en tercer lugar el Alamo (*Ficus cotinifolia*) con 32.09, éstas tres especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características. En tanto que para el predio del proyecto se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el chaca (*Bursera simaruba*) con 42.98, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarupus xuul*) con 31.18 y en tercer lugar el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) éstas tres especies son muy común encontrarlas en estas zonas del estado por lo que son características.

### **Estrato arbustivo**

Este segundo estrato arbustivo de acuerdo con los datos obtenidos se tiene que, para la unidad de análisis, el resultado obtenido es de 3.18 por lo cual se refleja como moderada diversidad, si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre. En tanto para el predio del proyecto el resultado obtenido es de 2.66 que es un valor pobre y que de acuerdo con lo observado en campo este estrato concentra un número menor de especies y que estas especies están en proceso de la conformación de la selva, y no tienen todavía diámetros considerables y sus alturas son muy uniformes. Así también se observa la escasa presencia de dos palmas: chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*) en este estrato del predio del proyecto.

En cuanto a su equitatividad estas son altas ya que se obtuvieron valores de 0.95 y 0.94. Por lo que las especies tienden a la equitatividad.

De acuerdo con Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbustivo las tres especies más importantes son: el akitz (*Cascabela gaumeri*) con 60.23, seguido por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 49.94 y en tercer lugar el sabal (*Sabal yapa*) con 32.29

En tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más valor de importancia son: el guano blanco (*Sabal yapa*) con 97.27, seguido por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 56.64 y en tercer lugar majagua blanca (*Hampea trilobata*) con 45.70, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en este estrato. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

### **Estrato herbáceo**

Este estrato tanto para la unidad de análisis como para el predio del proyecto los resultados de la prueba nos indican que el estrato herbáceo presenta una baja diversidad, (2.52 y 2.97) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre. Estos resultados son razonables en virtud de que el tipo de vegetación existente en ambos predios es una selva mediana subperennifolia en etapa arbórea y que las especies herbáceas son escasas. En cuanto a los datos de "J" sus valores se consideran altos (0.84 y 0.89) respectivamente.

De acuerdo con Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis, se tiene que en el estrato herbáceo las tres especies más importantes son: el bejuco sac ak (*Cydista potosina*) con 92.15, seguido por el yax ak (*Arrabidea podopogon*) con 72.70 y en tercer lugar el xiat (*Chamaedorea zeifiizii*) con 36.35, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más valor de importancia fueron: el xnantus (*Ichnantus lanceolatus*) con 45.74, seguido por con el yax ak (*Arrabidea podopogon*) con 36.14, y en tercer lugar el chilar (*Rivina humilis*) con 34.55, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Por otra parte, se debe considerar que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso de suelo para el desarrollo del Proyecto, se habrán promover medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectados de manera dolosa, lo que

incluye la aplicación del programa de rescate de flora y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.

En cuanto a la fauna, podemos mencionar que del total de las especies presentes (26), para la cuenca y el predio se tiene que la mayoría corresponden al grupo de las aves, teniendo la misma presencia el área de la cuenca (subcuenca) y el predio del proyecto con 7 especies. En tanto que los mamíferos presentes en el predio de la cuenca se observaron 5 y en el predio de proyecto son 6, así también para los reptiles solo se reportan 2 para el predio de la cuenca y 3 para el predio del proyecto. Para el caso de los anfibios se reportan 3 para el predio de la cuenca y 2 para el predio del proyecto, de estos el *Basiliscus vittatus* se encuentran en ambos predios. Así como de los anfibios *Chanus marinus* y *Smilisca baudinii*.

#### 4.6.6.2. Componente faunístico

Es importante mencionar que en el caso de la fauna para las aves y los mamíferos es entendible ya que el predio del proyecto se encuentra inmerso en una superficie mayor y por ende tienen espacios por donde desplazarse, así también estos grupos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso y que por sí solos se alejan al menor ruido.

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Wiener, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J) así como el análisis del IVI y los resultados son los siguientes:

##### Aves

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de aves, para el predio de la unidad de análisis esta se considera como de moderada diversidad presentando 3.33 en tanto que para el predio del proyecto este se considera pobre presentando 2.89, Es importante mencionar que las aves en general no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que muchas por si solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de "J" para ambos predios se considera alto, (0.96 y 0.87), lo que nos indica que hay equitatividad entre las especies.

De acuerdo a la abundancias relativa, en relación a las aves se tiene que para el predio de la unidad de análisis las tres especies con más alto valor son el Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*) con 15.59, seguido por el Trogón cabeza negra (*Trogon melanocephalus*) con 13.76 y en tercer lugar se ubica el garrapatero pijoy (*Crotophaga sulcirostris*) con un valor de 11.92, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más alto valor son el zanate (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 25.31 seguido por la chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*) con 18 y en tercer lugar se ubica el ceniztonle (*Mimus gilvus*), con 15.18.

##### Mamíferos

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de mamíferos tanto para el predio de la unidad de análisis como para el predio el proyecto esta no se considera como de buena diversidad presentando 1.67 y 1.85 y es justificable ya que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por lo que no es fácil poder observar, por otra parte hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por

la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.83 y 0.79) ya que las pocas especies tienden a la homogeneidad.

De acuerdo a la abundancias relativa, en relación a los mamíferos se tiene que para el predio de la unidad de análisis la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 53.33 seguido por tlacuache (*Didelphis marsupialis*) con 20 y la ardilla gris (*Sciurus yucatanensis*) con 20 respectivamente, en tanto que para el predio del proyecto la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 52.17, seguido por la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) con 21.73 y en tercer lugar el tlacuache (*Didelphis marsupialis*) con 13.04 respectivamente. Estas especies se adaptan bien a la presencia humana y en algunos casos cuando se adaptan y no son molestados sus poblaciones se incrementan rápidamente llegado a ser una molestia.

### **Reptiles**

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de reptiles tanto para el predio de la unidad de análisis como para el predio del proyecto, se considera poco diverso y los resultados obtenidos fue de 0.98 y 1.50, es importante mencionar que este grupo es un poco difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día, en cuanto a su equitatividad "J" nos indican que ambos grupos tienden a la equitatividad con 0.62 y 0.94, por otra parte, la promovente aplicará un programa de rescate y reubicación.

En cuanto a la abundancia relativa se encontró que las tres especies con mayor valor de Abundancia para el predio de la unidad de análisis. Por lo que se observa al Tolock (*Basiliscus vittatus*) cuya especie es la más abundante con un valor de 77.77; En comparación del oxh can (*Boa constrictor*) y la nauyaca (*Bothrops asper*) con el 11.11 respectivamente, en tanto que para el predio del proyecto se puede ver al Tolock (*Basiliscus vittatus*) cuya especie es la más abundante con un valor de 50; En comparación la boa (*Boa constrictor*) y la bejuquilla (*Oxybelas fulgidus*) con 25 respectivamente.

### **Anfibios**

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de anfibios tanto para el predio de la unidad de análisis como para el predio del proyecto, se considera poco diverso y los resultados obtenidos fue de 1.40 y 0.97, Este grupo es pobre sobre el parámetro de diversidad lo que nos refleja que son muy pocas las especies presentes en el ambos predios y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por otra parte las altas temperaturas influyen de manera directa, generando muy poca visibilidad de la misma y por lo mismo no se obtiene un gran registro de ella. En cuanto al valor de J, este es alto con un valor de 0.83 y 0.97.

En cuanto a la abundancia relativa en este grupo las especies son muy escasas y de acuerdo con los resultados se puede ver a la rana trepadora (*Smilisca baudinii*) con 50, seguido por el sapo/much (*Chanus marinus*) con 37.5 y en tercer lugar la rana de charcos (*Leptodactylus melanonotus*). En tanto que para el predio del proyecto se puede ver a la se puede ver a la rana trepadora (*Smilisca baudinii*) con 60, seguido por el sapo/much (*Chanus marinus*) con 40.



#### 4.6.7. La protección y recuperación de suelos

La cubierta vegetal juega un papel muy importante en la cobertura del área sujeta a cambio de uso de suelo (10.66 has), tal es el caso que al desmontar y/o impactarla por algún acontecimiento natural o inducido, el suelo queda expuesto a sufrir erosión, sin embargo este proceso es relativamente rápido ya que es utilizado para otro objetivo ya sea construcciones, actividades agropecuarias o desarrollos comerciales y/o en su caso se inicia un proceso de recuperación por lo que es importante mencionar que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación por estas acciones, esta se encuentra en franco proceso de recuperación por lo que el suelo muy pocas veces se queda sin cubierta vegetal y la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente.

Como bien lo indican los resultados estimados para el proyecto (área sujeta a cambio de uso de suelo), (Capítulo 6) los valores de erosión para los diferentes estados en los que se encontrará el predio a lo largo del proyecto y en este se presentan las tasas de erosión durante las diferentes etapas del proyecto en lo que corresponde a la condición actual y después del desmonte, ya que existe la vegetación como un obstáculo para que el viento ejerza una fuerza erosiva importante en el predio.

De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio de erosión, se concluye que, debido a las condiciones de textura, pendiente y tipo de suelo, la pérdida de suelo en el área del proyecto en condiciones de campo natural a lo largo de un año, es de 0.1006 t/ha año. Es decir, anualmente de manera natural se pierde una lámina de suelo de 0.0101 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Esta condición natural es clara y coherente, debido que en el predio bajo estudio, la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo; siendo esta una de las principales funciones de la vegetación de la selva.

No obstante, el proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el Mantenimiento de áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa, Recuperación del suelo en áreas de CUSTF (10.66 ha) y su posterior reubicación en áreas reforestación (mitigación). Este material edafológico será utilizado para las actividades de reforestación que se realizaran en el área de estudio.

Es decir, el proyecto además de que no provocará la pérdida del valor máximo permitido de suelo (10 ton.ha.año) para algunas regiones del país (principalmente en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas; ya que en el área de estudio se tendrá una pérdida máxima de 1.0056 ton.ha.año. Aun así, el proyecto contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región mediante el mantenimiento de áreas de conservación (con algunas áreas con suelo desnudo) en donde se reubicarán el suelo recuperado del área de CUSTF en zonas que lo ameriten y en donde posteriormente se realizarán actividades de reforestación con plantas nativas.

La aplicación de las diferentes medidas de mitigación y antierosivas (mantenimiento de áreas de conservación con suelo y vegetación nativa, la recuperación del suelo en áreas de CUSTF y su posterior reubicación en áreas reforestación) PREVENDRÁN y MITIGARÁN la pérdida de 106.1189 toneladas\*año de suelo (Leptosol Réndzico-Lítico) en el predio bajo estudio.

Es claro que en condiciones naturales se da un proceso de arrastre y pérdida de suelos, sin embargo, al realizar el proyecto se puede dar un incremento de esta pérdida en las primeras etapas, sin embargo, con la aplicación de medidas tendientes a reducir estos efectos, se reduce completamente es pérdida de suelos. Por lo que para garantizar que no se provocará la erosión de estos en el área sujeta a cambio de uso de suelo, que en este caso es de 10.66 has, por lo que se proponen acciones tales como:

- Se realizará la colecta de tierra vegetal para utilizarla en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la demás resultante será incorporada a las áreas verdes del proyecto como parte de proceso de enriquecimiento del suelo.
- No se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área del proyecto. Estos trabajos se realizarán en talleres establecidos para tal fin.
- El manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo, contaminándolo.
- Para evitar la defecación al aire libre se instalarán servicios sanitarios para uso obligatorio de los trabajadores, evitando así la contaminación al suelo. (a razón de 1 por cada 25 trabajadores).
- El desmonte se realizará en una sola acción, pero de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y el agua.
- Los residuos sólidos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto serán manejados por empresas particulares contratadas para tal fin.
- Los residuos sólidos producto de la etapa de preparación del sitio que se genere por los trabajadores como papel, bolsas de plástico, latería, pet etc., serán colectados y transportados fuera del área del proyecto, éstos se depositarán en los centros de acopio municipales o en los lugares que para tal fin designen las autoridades.
- Se instalará letreros alusivos a prohibir el uso del fuego y químicos dentro del área del proyecto.

#### **4.6.8. El paisaje y la recreación, entre otros.**

##### **Concepto de Paisaje**

El concepto de paisaje es utilizado tanto por la geografía, por el arte, e incluso por la literatura. Si bien todas estas acepciones son diferentes, tienen como base común que encontramos uno o más observadores que se enfrentan a una extensión de terreno, destacándose generalmente por características que lo hacen diferenciarse (ya sean positivas o negativas).

La palabra paisaje tiene su origen en el francés, en el cual pays refiere a una determinada región o país, mientras que aje es un sufijo utilizado en el idioma francés, usado para conferirle "acción" a una determinada palabra.

En la geografía el paisaje se define como un “documento geográfico básico”, es decir, es el elemento básico mediante el cual se trabajará luego. Son superficies en las cuales distintos elementos entran en juego entre sí, en un determinado espacio geográfico. En ellos podemos encontrar elementos bióticos (todo ser vivo), abióticos (aquellos que no poseen vida) y antrópicos (aquellos que son el resultado de la interacción humana con la naturaleza). En cuanto al arte, podemos decir que el paisaje empieza a tener crucial importancia a partir del Renacimiento. Son los artistas renacentistas quienes sientan la base para que luego en Holanda en el siglo XVII sea considerado como un fin en sí mismo y no un mero fondo. Si bien encontramos ciertos antecedentes en la pintura de carácter religioso, éstas sólo eran meras acompañantes, ya que el fin era totalmente distinto. Distintos movimientos artísticos seguirán esta corriente, tal es el caso del Impresionismo en Francia, por ejemplo. En estos casos, el arte ya aparece como un fin estético y no la representación de deidades o fuerzas míticas, que no manifestaban más que el temor del hombre frente a un mundo desconocido.

Existe una profesión específica que se dedica al paisaje y a la modificación de este con fines estéticos, son los paisajistas o arquitectos paisajistas, dependiendo de dónde nos encontremos. Su trabajo consiste en la intervención de determinado espacio con el fin de volverlo estéticamente más bello. Muchos dueños de casas, y sobre todo de las más lujosas, contratan paisajistas para que decoren sus parques de una manera armónica y bella. Recurren a recursos tales como flora, fuentes, entre otros muchos elementos. (Fuente: <http://concepto.de/paisaje/#ixzz46C16ZNXZ>).

El concepto de Servicios Ambientales es relativamente nuevo y su aplicación y desarrollo mantiene abierto hoy un gran debate respecto a la manera cómo puede afectar positiva o negativamente los ecosistemas y las comunidades.

Para establecer el posible origen del concepto se puede acudir a la definición dada por el documento de Evaluación de Ecosistemas del Milenio, en la que menciona que “los ecosistemas han sido afectados por actividades como el cambio en el uso del suelo, la generación de desechos y el deterioro de los recursos naturales, causando la pérdida de sus funciones y servicios y reduciendo la riqueza natural global y el bienestar social (EEM, 2005).

En esta definición se habla expresamente de la reducción de funciones y servicios que proveían los ecosistemas, con lo que se da un giro importante en los conceptos de ecosistemas como algo cerrado y estable para permitir una mirada más dinámica flexible y adaptada a procesos más que a estados. Pero se abre además la posibilidad de ver los ecosistemas como proveedores de servicios para las sociedades con lo que el debate entre lo natural y lo social encuentra un punto de fusión bien interesante, ya que dicha división antes tajante, queda ahora borrada por la necesaria interrelación que crea el término o mejor el concepto de servicios ambientales.

### **¿Que son los servicios ambientales?**

Aunque como ocurre usualmente no existe una única definición de servicios ambientales, en términos sencillos se puede decir que servicio ambiental es cualquier bien o servicio provisto por la naturaleza y que da bienestar a alguna persona.

Lo que garantiza la conservación de los ecosistemas es que existan servicios ambientales suficientes y de calidad.

El desarrollo y la aplicación de éste término ha hecho posible que hoy en muchos lugares se estén organizando procesos socio ambientales para llegar a acuerdos para que algunas personas o

comunidades cuiden estos servicios y para que otras, que los usan, paguen por el cuidado de los servicios ambientales.

### **Tipos de servicios ambientales**

De acuerdo con la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, existen cuatro categorías de servicios ambientales:

**Servicios de provisión:** Son productos o bienes concretos que ofrecen los ecosistemas y que tienen un mercado conocido. Por ejemplo: alimentos, agua fresca, combustible, fibras, caza, raíces, semillas, madera, fibras, plantas medicinales, pigmentos, entre otros.

**Servicios de regulación:** Son servicios que ofrecen los ecosistemas y que regulan sistemas naturales como, por ejemplo, el clima, las inundaciones, las enfermedades causadas por insectos, la purificación del agua, la captura de carbono, la polinización y el control biológico entre especies, entre otros.

**Servicios de soporte:** Son servicios necesarios para que un ecosistema siga siendo útil, es decir, siga ofreciendo recursos como, por ejemplo, suelos productivos, biodiversidad, y agua suficiente y de buena calidad, entre otros.

**Servicios culturales:** Son servicios no materiales que el hombre recibe de los ecosistemas y lo enriquecen espiritualmente, por ejemplo, conocimiento sobre plantas medicinales, recreación y disfrute del paisaje.

Es en este punto en el que la unión entre lo natural y lo social tan difícilmente lograda en otros momentos, demuestra la necesidad de articularse para que sea posible gestionar sistemas de producción, ligados al uso sostenible de los recursos naturales.

Es esta fusión la que lleva a hablar de servicios ambientales y la que permite enfocar el tema ambiental de una nueva manera en la que, i.- se identifique la oferta natural de un ecosistema como parte del capital productivo, ii.- se valore esa oferta en lo cultural y en lo económico, iii.- se busque no agotar ese recurso explotándolo de manera irracional y iv.- finalmente que se haga la propuesta de intercambiar o negociar la oferta natural en términos de lo que se ha llamado servicios ambientales.

**Figura 4. 46. Esquema representativo de la influencia de los servicios ambientales.**



Gráfico tomado de EEM 2005

**Tabla 4. 76. Lista detallada de lo que son los servicios ambientales en bosques océanos y tierras cultivadas.**

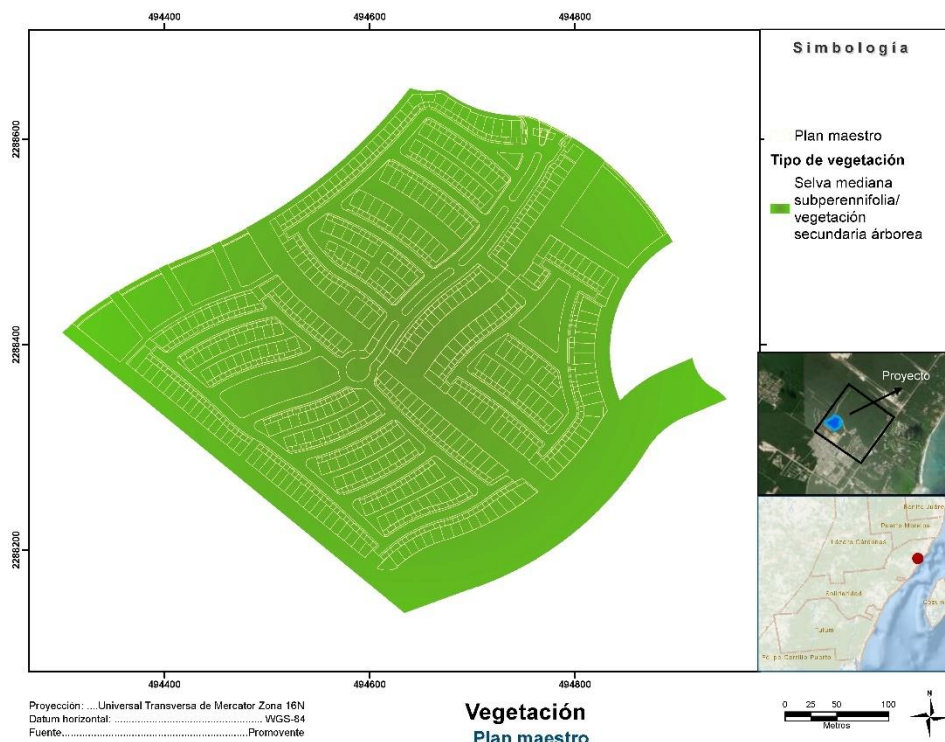
|                         | <b>Bosques</b>   | <b>Océanos</b>  | <b>Tierras cultivadas/Agrícolas</b>   |
|-------------------------|--|---|---|
| Bienes ambientales      | Comida<br>Agua fresca<br>Combustible<br>Fibras<br>Caza<br>Raíces<br>Semillas<br>Madera<br>Fibras<br>Plantas medicinales<br>Pigmentos | Comida  | Comida<br>Combustible<br>Fibras   |
| Servicios de regulación | Regulación del clima<br>Regulación de inundaciones<br>Regulación de enfermedades<br>Purificación del agua<br>Secuestro de carbono    | Regulación del clima<br>Regulación de enfermedades                                | Regulación del clima<br>Purificación del agua<br>Secuestro de carbono           |
| Servicios de soporte    | Reciclamiento de nutrientes<br>Creación de suelo<br>Protección de biodiversidad  | Reciclamiento de nutrientes<br>Producción primaria<br>Protección de biodiversidad | Reciclamiento de nutrientes<br>Creación de suelo<br>Protección de biodiversidad |
| Servicios culturales    | Estético o paisajístico<br>Espiritual<br>Didáctico<br>Recreativo   | Estético o paisajístico<br>Espiritual<br>Didáctico<br>Recreativo                  | Estético o paisajístico<br>Didáctico  |

Fuente: Evaluación de Ecosistemas del Milenio 2005. (<http://www.millenniumassessment.org>) y otros (Martínez, 2008).

Tomando en consideración estas definiciones, se puede afirmar que en estos momentos el predio en cuestión no está cumpliendo su aportación de un servicio ambiental cultural ya que el terreno se encuentra en estado natural y bajo vigilancia.

Ahora con el desarrollo del proyecto, se pretende mejorar el atractivo de la zona dando una mejor vista un con un paisaje más envolvente y seguro para los visitantes y residentes en donde se pretende crear áreas ajardinadas y de vegetación natural que pueda ser enriquecida si es necesario por lo que el paisaje será más atractivo y cumplirá con los criterios de un servicio ambiental cultural en el predio del proyecto.

Figura 4. 47. Plan maestro sobre vegetación.



#### 4.7. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y CONCLUSIONES

Como se observó en este capítulo, la flora y fauna no se compromete en el sistema ambiental regional, la cuenca, ni en el predio, siendo que se van a implementar programas de rescate y reubicación, poniendo énfasis en las especies que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en flora se registraron dos especies, Nacax (*Coccothrinax readii*) y Palma Chit (*Thrinax radiata*), las dos bajo la categoría de amenazada. La única especie de fauna que se encuentra en esta norma es *Boa constrictor*, bajo la categoría de amenazada. De las especies tanto de flora y fauna registradas, la única catalogada como endémica es *Coccothrinax readii*, el resto son no endémicas y de distribución amplia en la península.

Los servicios ambientales no se comprometen, ya que no se eliminan solo disminuyen con consecuencia del cambio de uso de suelo, este cambio es de un porcentaje de aprovechamiento del 59% (10.66 ha), el área sellada (no permeable) será del 55% (9.93 ha), se conservará como área natural el 41 % (7.26 ha) y se tendrá un área ajardinada y permeable del 45% (7.99 ha).

Por otro lado, se ha promovido el desarrollo sustentable al interior del predio, por lo que diversos instrumentos de regulación de uso de suelo ya mencionados en este documento, dictan la forma correcta y ambiental para hacerlo. Del análisis anterior se desprende que, para poder llevar a cabo el desarrollo del proyecto, se analizaron los recursos naturales disponibles, los cuales no desaparecen, únicamente se reducen en un 59 % sobre la superficie del predio, de tal forma que se promueve un aprovechamiento sustentable para lotes unifamiliares para el desarrollo de vivienda residencial, que cumple con las políticas ambientales y de uso de suelo conforme la normatividad ambiental vigente aplicable.

# DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B REGIONAL

## PROYECTO: SENDEROS PONIENTE



### *CAPÍTULO 5*

## **CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **5.1. INTRODUCCIÓN**

En cumplimiento con lo establecido en el artículo 12 fracción V del Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en el presente capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales que se pueden presentar a partir de la implementación del Proyecto Senderos Poniente (en adelante El Proyecto).

Para el desarrollo de este capítulo se aplicaron técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental para identificar, evaluar y describir los impactos de este tipo que podrían ser inducidos por el proyecto, dentro de sus diferentes etapas de implementación.

Los resultados obtenidos se basan en el análisis de la información técnica y ambiental generada a través del presente DTU-BR en sus Capítulos 2, 3 y 4, y que se desglosa a continuación:

- a) Descripción del proyecto y de sus fases de implementación (Capítulo 2).
- b) Definición del Sistema Ambiental Regional (zonas de influencia directa e indirecta del proyecto).
- c) Identificación de usos y aprovechamientos destinados para las zonas de influencia del proyecto (Capítulos 2, 3 y 4).
- d) Sistema de información geográfica (SIG).
- e) Información generada mediante trabajos de campo y verificación (Capítulo 4).

### **5.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE SU USO**

Se aplicaron técnicas probadas y comunes para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que podrá ocasionar el Proyecto en su zona de influencia. Estas técnicas son: i) análisis por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ii) listas de chequeo, iii) matrices de interacción y iv) juicio de expertos (Tabla 5. 1).

El uso combinado de técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el proyecto e identificar las áreas de influencia directa e indirecta de este, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

El uso combinado de técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el proyecto e identificar las áreas de influencia directa e indirecta de este, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.





### 5.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

A continuación, se describen con detalle cada una de las metodologías empleadas para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

#### 5.3.1. Cartografía temática y sistemas de información geográfica

El análisis realizado para la identificación de impactos en el área de influencia del proyecto y las áreas adyacentes se apoyó en los planos cartográficos disponibles y en la fotografía de satélite obtenida del programa Google Earth. Se contó también con herramientas cartográficas generadas de manera particular para el proyecto, datos puestos a disposición por el INEGI y planos de usos del suelo y vegetación. Con dicha información se obtuvo lo siguiente:

- Definición espacial del área de influencia ambiental directa e indirecta del proyecto (Capítulo 4).
- Definición espacial del área de estudio de la presente DTU-BR (Capítulo 4).

El Sistema Ambiental Regional delimitado, tiene una superficie de 409.25 ha aproximadamente, con cobertura vegetal predominante de selva mediana subperennifolia (Figura 5. 1). Para determinar los límites del SAR del Proyecto se tomaron en consideración los siguientes factores:

- a. Geomorfología y paisaje: Se analizó la geomorfología y los tipos de paisaje para identificar unidades naturales distintivas en la zona donde se ubica el proyecto. Se identificó la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrológico-forestal donde se inserta el proyecto.
- b. Criterios normativos: Se analizaron los diferentes instrumentos jurídicos referentes al ordenamiento del territorio aplicables a la zona, tales como el Plan Parcial de Desarrollo vigente y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local. Autorizaciones en impacto ambiental y materia forestal previas.
- c. Resultados de la caracterización: Se analizaron los resultados de la caracterización ambiental realizada para el macroproyecto “El Ximbal”, y de los resultados observados en campo, así como del análisis de la imagen satelital de Google Earth disponible.
- d. Análisis de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro de la región.

Tomando en consideración lo anterior, se concluye que:

- El polígono del Proyecto (Lote 15) forma parte del predio conocido como el Jesusito;
- Los usos urbanos del Jesusito están regulados por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del mismo nombre;
- El polígono del Proyecto se encuentra dentro de la UGA 14 “Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen”, establecida en el POEL de Solidaridad, con una Política de Aprovechamiento Sustentable;
- El Proyecto se encuentra contemplado dentro de un macroproyecto denominado “Ciudad Mayakoba”, que cuenta con las autorizaciones en materia de impacto ambiental y forestal correspondientes. Dicho macroproyecto, se constituye por al menos 4 unidades naturales de paisaje, donde se identifican zonas de parches de palmar y saibal así como áreas de



subperennifolia/vegetación secundaria arbórea (de acuerdo con la caracterización descrita en el Capítulo 4).

Como antecedente general para el Proyecto Ciudad Mayakoba (antes el Ximbal), se identificaron 54 posibles impactos ambientales negativos y 23 posibles impactos positivos, así como 243 interacciones posibles. Respecto a los impactos acumulativos y/o sinérgicos, algunos de los identificados fueron:

- Pérdida de cobertura vegetal
- Alteración de geoformas
- Fragmentación del paisaje
- Pérdida de individuos de fauna
- Disminución de la extensión de selva
- Disminución de la productividad primaria
- Modificación de la hidrología superficial/subterránea

Con base en lo anterior, y en la información vertida en los Capítulos 2, 3 y 4 del presente DTU-BR se elaboraron las listas de chequeo necesarias para identificar los impactos ambientales, por lo cual, estas listas tomaron en cuenta los factores del medio natural y socioeconómico que pudieran resultar impactados por el desarrollo del Proyecto, positiva o negativamente, así como las actividades contempladas en cada una de sus etapas de desarrollo.

Los puntos de partida para la elaboración de dichas listas fueron la información técnica manifestada por el promovente en el Capítulo 2 y el juicio de los expertos participantes en la estructuración del presente DTU-BR. Las listas de chequeo resultantes incluyen las actividades principales del proyecto en las etapas contempladas, (Tabla 5. 2 a Tabla 5. 4) y los impactos ambientales (positivos y negativos) que potencialmente podrán producir en los diversos factores del medio identificados como susceptibles.

**Tabla 5. 2. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de preparación.**

| Acción  | Factor ambiental | Propiedad                      | Impacto   | Signo |   |
|---|------------------|--------------------------------|---|-------|---|
| Trazo y nivelación con equipo topográfico o de las áreas de trabajo | Suelo            | Estructura                     | Pérdida de la estructura del suelo                        | n     |   |
|   |                  | Calidad                        | Contaminación por residuos (sólidos y líquidos)           | n     |   |
|   | Fauna            | Densidad y riqueza de especies | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos      |       | p |
|   | Vegetación       | Cobertura vegetal              | Pérdida de individuos                                     | n     |   |
|   | Socioeconómica   | Capacidades                    | Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores |       | p |
|   |                  | Demanda de insumos y servicios | Generación de empleos directos e indirectos               |       | p |
| Marcado, rescate y reubicación de especies animales y vegetales     | Vegetación       | Cobertura vegetal              | Rescate de individuos                                     |       | p |
|   | Socioeconómica   | Capacidades                    | Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores |       | p |
|   |                  | Demanda de insumos y servicios | Generación de empleos directos e indirectos               |       | p |
|   | Fauna            | Densidad y riqueza de especies | Pérdida o ahuyentamiento de individuos                    | n     |   |
|   |                  | Densidad y riqueza de especies | Reubicación de individuos                                 |       | p |
|   | Vegetación       | Cobertura vegetal              | Pérdida de individuos                                     | n     |   |

| Acción                              | Factor ambiental               | Propiedad   | Impacto  | Signo     |           |
|-------------------------------------|--------------------------------|---|--|-----------|-----------|
| Desmonte y despalle del terreno     | Atmósfera                      | Calidad   | Contaminación por gases y polvos   | n         |           |
|                                     | Suelo                          | Estructura  | Pérdida de la estructura del suelo   | n         |           |
|                                     | Paisaje                        | Calidad   | Modificación visual del paisaje  | n         |           |
|                                     | Socioeconómica                 | Capacidades   | Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores                                    |           | p         |
|                                     |                                | Salud humana  | Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)                           | n         |           |
|                                     | Demanda de insumos y servicios | Generación de empleos directos e indirectos               |  | p         |           |
| Mecánica de suelos                  | Atmósfera                      | Calidad   | Contaminación por ruido  | n         |           |
|                                     |                                | Calidad   | Contaminación por gases y polvos   | n         |           |
|                                     | Suelo                          | Estructura  | Pérdida de la estructura del suelo   | n         |           |
|                                     |                                | Salud humana  | Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)                           | n         |           |
|                                     | Socioeconómica                 | Residuos  | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar                  | n         |           |
|                                     |                                | Demanda de insumos y servicios                            | Generación de empleos directos e indirectos  |           | p         |
|                                     | Capacidades                    | Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores |  | p         |           |
| Instalaciones y obras provisionales | Suelo                          | Calidad   | Contaminación por residuos (sólidos y líquidos)  | n         |           |
|                                     | Aire                           | Calidad   | Contaminación por ruido  | n         |           |
|                                     | Fauna                          | Densidad y riqueza de especies                            | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos   |           | p         |
|                                     | Agua                           | Grado de presión hídrica                                  | Aumento en la demanda de recursos hídricos   | n         |           |
|                                     |                                | Calidad   | Contaminación por residuos (sólidos y líquidos) y aumento en la demanda de recursos hídricos | n         |           |
|                                     | Socioeconómica                 | Capacidades   | Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores                                    |           | p         |
|                                     |                                | Residuos  | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar                  | n         |           |
|                                     | Demanda de insumos y servicios | Generación de empleos directos e indirectos               |  | p         |           |
| Excavación y relleno del terreno    | Suelo                          | Estructura  | Pérdida de la estructura del suelo   | n         |           |
|                                     | Fauna                          | Densidad y riqueza de especies                            | Pérdida o ahuyentamiento de individuos   | n         |           |
|                                     | Aire                           | Calidad   | Contaminación por ruido  | n         |           |
|                                     |                                |   | Contaminación por gases y polvos   | n         |           |
|                                     | Socioeconómica                 | Capacidades   | Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores                                    |           | p         |
|                                     |                                | Salud humana  | Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)                           | n         |           |
|                                     |                                | Residuos  | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar                  | n         |           |
|                                     | Demanda de insumos y servicios | Generación de empleos directos e indirectos               |  | p         |           |
| <b>Total</b>                        |                                |   |  | <b>25</b> | <b>16</b> |

Tabla 5. 3. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de construcción.

| Acción | Factor | Propiedad  | Impacto                            | Signo |  |
|--------|--------|------------|------------------------------------|-------|--|
|        | Suelo  | Estructura | Pérdida de la estructura del suelo | n     |  |

| Acción   | Factor        | Propiedad                      | Impacto  | Signo |   |
|--|---------------|--------------------------------|--|-------|---|
| Terracerías  | Fauna         | Calidad                        | Contaminación por residuos (sólidos y líquidos)  | n     |   |
|  |               | Densidad y riqueza de especies | Pérdida o ahuyentamiento de individuos   | n     |   |
|  | Socioeconomía | Capacidades                    | Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores                                    |       | p |
|  |               | Residuos                       | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar                  | n     |   |
|  |               | Salud humana                   | Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)                           | n     |   |
|  |               | Demanda de insumos y servicios | Generación de empleos directos e indirectos  |       | p |
| Construcción de edificaciones                        | Aire          | Calidad                        | contaminación por ruido  | n     |   |
|  |               |                                | contaminación por gases y polvos   | n     |   |
|  | Suelo         | Calidad                        | Contaminación por residuos (sólidos y líquidos)  | n     |   |
|  | Agua          | Grado de presión hídrica       | Aumento en la demanda de recursos hídricos   | n     |   |
|  |               | Calidad                        | Contaminación por residuos (sólidos y líquidos) y aumento en la demanda de recursos hídricos | n     |   |
|  | Fauna         | Densidad y riqueza de especies | Pérdida o ahuyentamiento de individuos   | n     |   |
|  | Paisaje       | Calidad                        | Modificación visual del paisaje  | n     |   |
|  | Socioeconomía | Capacidades                    | Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores                                    |       | p |
|  |               | Residuos                       | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar                  | n     |   |
|  |               | Salud humana                   | Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)                           | n     |   |
|  |               | Demanda de insumos y servicios | Generación de empleos directos e indirectos  |       | p |
| Construcción de vialidades, guarniciones y banquetas | Aire          | Calidad                        | contaminación por ruido  | n     |   |
|  |               |                                | contaminación por gases y polvos   | n     |   |
|  | Suelo         | Calidad                        | Contaminación por residuos (sólidos y líquidos)  | n     |   |
|  | Agua          | Grado de presión hídrica       | Aumento en la demanda de recursos hídricos   | n     |   |
|  |               | Calidad                        | Contaminación por residuos (sólidos y líquidos) y aumento en la demanda de recursos hídricos | n     |   |
|  | Fauna         | Densidad y riqueza de especies | Pérdida o ahuyentamiento de individuos   | n     |   |
|  | Paisaje       | Calidad                        | Modificación visual del paisaje  | n     |   |
|  | Socioeconomía | Capacidades                    | Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores                                    |       | p |
|  |               | Residuos                       | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar                  | n     |   |
|  |               | Salud humana                   | Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)                           | n     |   |
|  |               | Demanda de insumos y servicios | Generación de empleos directos e indirectos  |       | p |
| Instalación eléctrica, de drenaje y agua potable,    | Aire          | Calidad                        | contaminación por ruido  | n     |   |
|  |               |                                | contaminación por gases y polvos   | n     |   |
|  | Suelo         | Calidad                        | Contaminación por residuos (sólidos y líquidos)  | n     |   |
|  | Agua          | Grado de presión hídrica       | Aumento en la demanda de recursos hídricos   | n     |   |







sobre el que inciden. Con dicha Matriz se identificaron los impactos positivos y negativos que potencialmente generará el proyecto, y se valoraron tanto los componentes ambientales que pudieran ser más afectados, como las actividades que generarán la mayor recurrencia o intensidad de impactos.

Esta Matriz constituye un método cuantitativo para la identificación de impactos ambientales y corresponde a una modificación propia de la matriz de Leopold (1971). Es importante destacar que el valor de magnitud establecido en esta matriz corresponde al producto de la suma de interacciones identificadas entre un impacto ambiental negativo potencial identificado y una obra u actividad.

Versión pública

Matriz 5. 1. Matriz de interacción de impactos ambientales.

| Etapa                               | Factor  | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                              | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje | Socioeconomía            |                               |                                   |                              | Impactos por actividad         |           |           | Ponderación de impactos por |
|-------------------------------------|---|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|
|                                     |   | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos |         | Modificación del paisaje | Impacto a la salud humana por | Fortalecimiento de capacidades de | Incremento en la cantidad de | Generación de empleos directos | Negativos | Positivos |                             |
| Preparación                         | Trazo y nivelación con equipo topográfico de las áreas de trabajo               | -                     |                       |  | +  |                           | -                          | -                            |                         |                                  |                            |  |         | +                        |                               | +                                 | -3                           | 3                              | 0         | -9        |                             |
|                                     | Marcado, rescate y reubicación de especies animales y vegetales                 | -                     | +                     | -                                      |  | +                         |                            |                              |                         |                                  |                            |  |         | +                        |                               | +                                 | -2                           | 4                              | 2         |           |                             |
|                                     | Desmante y despalme   | -                     |                       | -                                      |  |                           | -                          | -                            |                         |                                  |                            | -  | -       | +                        | -                             | +                                 | -7                           | 2                              | -5        |           |                             |
|                                     | Mecánica de suelos  |                       |                       |  |  |                           | -                          | -                            | -                       |                                  |                            |  |         | +                        |                               | +                                 | -3                           | 2                              | -1        |           |                             |
|                                     | Instalaciones y obras provisionales   |                       |                       |  | +  |                           | -                          |                              |                         | -                                | -                          |  |         | +                        | -                             | +                                 | -4                           | 3                              | -1        |           |                             |
|                                     | Excavación y relleno del terreno  |                       |                       | -                                      |  |                           | -                          | -                            | -                       |                                  |                            |  | -       | +                        | -                             | +                                 | -6                           | 2                              | -4        |           |                             |
| Construcción                        | Terracerías   |                       |                       | -                                      |  |                           | -                          | -                            |                         |                                  |                            |  | -       | +                        | -                             | +                                 | -5                           | 2                              | -3        | -20       |                             |
|                                     | Construcción de edificaciones   |                       |                       | -                                      |  |                           | -                          | -                            | -                       | -                                | -                          | -  | -       | +                        | -                             | +                                 | -9                           | 2                              | -7        |           |                             |
|                                     | Construcción de vialidades, guarniciones y banquetas                            |                       |                       | -                                      |  |                           | -                          | -                            | -                       | -                                | -                          | -  | -       | +                        | -                             | +                                 | -9                           | 2                              | -7        |           |                             |
|                                     | Instalación eléctrica, de drenaje y agua potable, pozos y registros y telefonía |                       |                       |  |  |                           | -                          | -                            | -                       | -                                | -                          | -  | -       | +                        | -                             | +                                 | -7                           | 2                              | -5        |           |                             |
|                                     | Paisajismo  |                       |                       |  | +  |                           |                            |                              |                         |                                  |                            |  |         | +                        |                               | +                                 | -1                           | 3                              | 2         |           |                             |
| Operación y manten                  | Actividades de residentes, visitantes y trabajadores                            |                       |                       | -                                      |  |                           | -                          |                              | -                       | -                                | -                          |  |         | +                        | -                             | +                                 | -6                           | 2                              | -4        | -8        |                             |
|                                     | Limpieza y mantenimiento  |                       |                       |  | +  |                           | -                          |                              | -                       | -                                | -                          |  | -       | +                        | -                             | +                                 | -7                           | 3                              | -4        |           |                             |
|                                     |   | 3                     | 0                     | 7                                      | 0  | 0                         | 8                          | 5                            | 8                       | 7                                | 6                          | 6  | 3       | 7                        | 0                             | 9                                 | 0                            | 69                             | NA        |           |                             |
|                                     |   | 0                     | 1                     | 0                                      | 4  | 1                         | 0                          | 0                            | 0                       | 0                                | 0                          | 0  | 0       | 0                        | 13                            | 0                                 | 13                           | NA                             | 32        |           |                             |
|                                     |   | -3                    | 1                     | -7                                     | 4  | 1                         | -8                         | -5                           | -8                      | -7                               | -6                         | -6   | -3      | -7                       | 13                            | -9                                | 13                           |                                | -37       |           |                             |
|                                     |   | <b>TOTAL</b>          |                       |  |  |                           |                            |                              |                         |                                  |                            |  |         |                          |                               |                                   |                              |                                |           |           |                             |
| <b>Valor bruto</b>                  |   | 4                     |                       |  | 12   |                           | 9                          |                              | 15                      |                                  | 12                         |  | 3       |                          | 42                            |                                   |                              |                                | 97        |           |                             |
| <b>Valor neto</b>                   |   | -2                    |                       |  | -2   |                           | -7                         |                              | -15                     |                                  | -12                        |  | -3      |                          | 10                            |                                   |                              |                                | -31       |           |                             |
| <b>Frecuencia</b>                   |   | 2                     |                       |  | 2  |                           | 13                         |                              | 15                      |                                  | 12                         |  | 3       |                          | 10                            |                                   |                              |                                | 57        |           |                             |
| <b>% del total de interacciones</b> |   | 1.92%                 |                       |  | 5.77%  |                           | 4.33%                      |                              | 7.21%                   |                                  | 5.77%                      |  | 1.44%   |                          | 20.19%                        |                                   |                              |                                | 46.63%    |           |                             |
| <b>% de interacciones efectivas</b> |   | 4.12%                 |                       |  | 12.37%   |                           | 9.28%                      |                              | 15.46%                  |                                  | 12.37%                     |  | 3.09%   |                          | 43.30%                        |                                   |                              |                                | 100%      |           |                             |
| <b>No. interacciones posibles</b>   |   | 208                   |                       |  |  |                           |                            |                              |                         |                                  |                            |  |         |                          |                               |                                   |                              |                                |           |           |                             |

Se generó una segunda Matriz, denominada de Evaluación de Impactos Ambientales (Matriz 5. 2), para evaluar los impactos identificados en términos de 9 atributos tomados de Gómez-Orea (2003) y que son: consecuencia, acumulación, sinergia, momento o tiempo, reversibilidad, periodicidad, permanencia, recuperabilidad y frecuencia. A cada atributo le fue asignado un valor entre 1 y 3, según la severidad de este (Tabla 5. 5). El valor asignado a cada atributo se basó en el dictamen de los expertos, los resultados de la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 5. 1) y las listas de chequeo que le dieron origen (Tabla 5. 2 a Tabla 5. 4).

**Tabla 5. 5. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales.**

| Atributos                       | Escala  |   |   |
|---------------------------------|---|---|---|
|                                 | 1   | 2   | 3   |
| Consecuencia (C)                | <b>Indirecto:</b> el impacto ocurre de manera indirecta.  | No aplica   | <b>Directo:</b> el impacto ocurre de manera directa.  |
| Acumulación (A)                 | <b>Simple:</b> cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. | No aplica   | <b>Acumulativo:</b> cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. |
| Sinergia (S)                    | <b>No Sinérgico:</b> cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.                | No aplica   | <b>Sinérgico:</b> cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.                        |
| Momento o Tiempo (T)            | <b>Corto:</b> cuando la actividad dura menos de 1 mes.  | <b>Mediano:</b> la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.   | <b>Largo:</b> la actividad dura más de 1 año.   |
| Reversibilidad del impacto (Rv) | <b>A corto plazo:</b> la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.   | <b>A mediano plazo:</b> el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años. | <b>A largo plazo:</b> el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.   |
| Periodicidad (Pi)               | <b>Aparición irregular:</b> cuando el efecto ocurre de manera ocasional.  | No aplica   | <b>Periódico:</b> cuando el efecto se produce de manera reiterativa.  |
| Permanencia (Pm)                | <b>Temporal:</b> el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.  | No aplica   | <b>Permanente:</b> el efecto se mantiene al paso del tiempo.  |
| Recuperabilidad (Rc)            | <b>Recuperable:</b> que el componente afectado puede volver a contar con sus características.   | No aplica   | <b>Irrecuperable:</b> que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).  |

| Atributos             | Escala   |  |   |
|-----------------------|--|--|---|
|                       | 1  | 2  | 3   |
| <b>Frecuencia (F)</b> | <b>Poco frecuente:</b> el impacto se presenta en menos de un tercio de las actividades del proyecto. | <b>Medianamente frecuente:</b> el impacto se presenta entre un tercio y dos tercios de las actividades del proyecto. | <b>Muy frecuente:</b> el impacto se presenta en más de dos tercios de las actividades del proyecto. |

Fuente: GPPA elaboración propia modificada de Gómez-Orea (2003).

A partir de los resultados obtenidos de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002)<sup>1</sup> y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable (Tabla 5. 6).
2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala (Expresión V.1):

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc + F \quad \text{Expresión V.1}^2$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la Expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I<sub>max</sub> = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 27, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I<sub>min</sub> = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

La Matriz 5. 2 permitió valorar los impactos ambientales generados en términos de su incidencia, y de este modo conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos residuales.

<sup>1</sup> Domingo Gómez Orea (2002), página 330

<sup>2</sup> Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 330

**Matriz 5. 2. Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales.**

| Impacto   | Signo del efecto | C | A | S | T | Rv | Pi | Pm | Rc | F | Incidencia | Índice de Incidencia | Rango |
|---|------------------|---|---|---|---|----|----|----|----|---|------------|----------------------|-------|
| Contaminación por ruido   | -                | 3 | 1 | 3 | 3 | 1  | 3  | 1  | 1  | 3 | 19         | 0.56                 | NS    |
| Contaminación por gases y polvos  | -                | 3 | 1 | 3 | 3 | 1  | 3  | 1  | 1  | 3 | 19         | 0.56                 | NS    |
| Contaminación por residuos (sólidos y líquidos)                             | -                | 3 | 1 | 3 | 3 | 1  | 1  | 1  | 1  | 3 | 17         | 0.44                 | NS    |
| Pérdida de la estructura del suelo  | -                | 3 | 1 | 1 | 1 | 3  | 1  | 3  | 3  | 1 | 17         | 0.44                 | NS    |
| Contaminación por residuos (sólidos y líquidos)                             | -                | 3 | 1 | 1 | 3 | 2  | 3  | 1  | 1  | 3 | 18         | 0.50                 | NS    |
| Aumento en la demanda de recursos hídricos                                  | -                | 1 | 3 | 3 | 3 | 2  | 3  | 1  | 1  | 3 | 20         | 0.61                 | NS    |
| Pérdida de individuos   | -                | 3 | 1 | 1 | 1 | 2  | 1  | 1  | 3  | 1 | 14         | 0.28                 | D     |
| Rescate de individuos   | +                | 3 | 1 | 1 | 1 | 3  | 1  | 3  | 1  | 1 | 15         | 0.33                 | D     |
| Reubicación de fauna  | +                | 3 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 11         | 0.11                 | D     |
| Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos                        | +                | 1 | 3 | 1 | 3 | 1  | 3  | 3  | 1  | 3 | 19         | 0.56                 | NS    |
| Pérdida o ahuyentamiento de individuos                                      | -                | 3 | 3 | 1 | 1 | 2  | 1  | 1  | 3  | 1 | 16         | 0.39                 | NS    |
| Modificación visual del paisaje   | -                | 1 | 3 | 3 | 2 | 3  | 1  | 3  | 3  | 1 | 20         | 0.61                 | NS    |
| Impacto a la salud humana por contaminación                                 | -                | 1 | 3 | 3 | 2 | 2  | 1  | 1  | 1  | 2 | 16         | 0.39                 | NS    |
| Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores                   | +                | 1 | 1 | 1 | 1 | 3  | 1  | 1  | 1  | 3 | 13         | 0.22                 | D     |
| Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar | -                | 1 | 3 | 1 | 3 | 2  | 3  | 1  | 1  | 3 | 18         | 0.50                 | NS    |
| Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica             | +                | 3 | 3 | 1 | 2 | 3  | 3  | 1  | 1  | 3 | 20         | 0.61                 | NS    |

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 como se muestran en la Tabla 5. 6. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SA en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. En la Matriz 5. 3 (Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I.) se presentan los impactos identificados ordenados según su signo, su valor del Índice de Incidencia y su correspondiente significancia.

**Tabla 5. 6. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.**

| Rango         | Interpretación  | Índice de Incidencia |
|---------------|---|----------------------|
| Significativo | Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA. | 0.68 o mayor         |

| Rango            | Interpretación  | Índice de Incidencia |
|------------------|---|----------------------|
| No significativo | Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte. | 0.34 a 0.67          |
| Despreciables    | Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de estos.  | 0.33 o menor         |

Fuente: Generación propia GPPA.

La conjunción de los diferentes análisis descritos hasta ahora permitió cuantificar los diferentes impactos de posible generación durante el desarrollo del proyecto, así como definir y ratificar las estrategias de mitigación y compensación de estos. Por otro lado, fue posible identificar las actividades de alta prioridad por la importancia de los impactos que pudieran generar. Los resultados de los procesos mencionados se muestran a continuación.

**Matriz 5. 3. Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I.**

| Impacto   | Signo del efecto | Incidencia | Índice de incidencia | Significancia |
|---|------------------|------------|----------------------|---------------|
| Contaminación por ruido   | -                | 19         | 0.56                 | NS            |
| Contaminación por gases y polvos  | -                | 19         | 0.56                 | NS            |
| Contaminación por residuos (sólidos y líquidos)                             | -                | 17         | 0.44                 | NS            |
| Pérdida de la estructura del suelo  | -                | 17         | 0.44                 | NS            |
| Contaminación por residuos (sólidos y líquidos)                             | -                | 18         | 0.50                 | NS            |
| Aumento en la demanda de recursos hídricos                                  | -                | 20         | 0.61                 | NS            |
| Pérdida de individuos   | -                | 14         | 0.28                 | D             |
| Rescate de individuos   | +                | 17         | 0.44                 | NS            |
| Reubicación de fauna  | +                | 13         | 0.22                 | D             |
| Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos                        | +                | 19         | 0.56                 | NS            |
| Pérdida o ahuyentamiento de individuos                                      | -                | 16         | 0.39                 | NS            |
| Modificación visual del paisaje   | -                | 20         | 0.61                 | NS            |
| Impacto a la salud humana por contaminación                                 | -                | 16         | 0.39                 | NS            |
| Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores                   | +                | 13         | 0.22                 | D             |
| Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar | -                | 18         | 0.50                 | NS            |
| Generación de empleos directos e indirectos                                 | +                | 20         | 0.61                 | NS            |

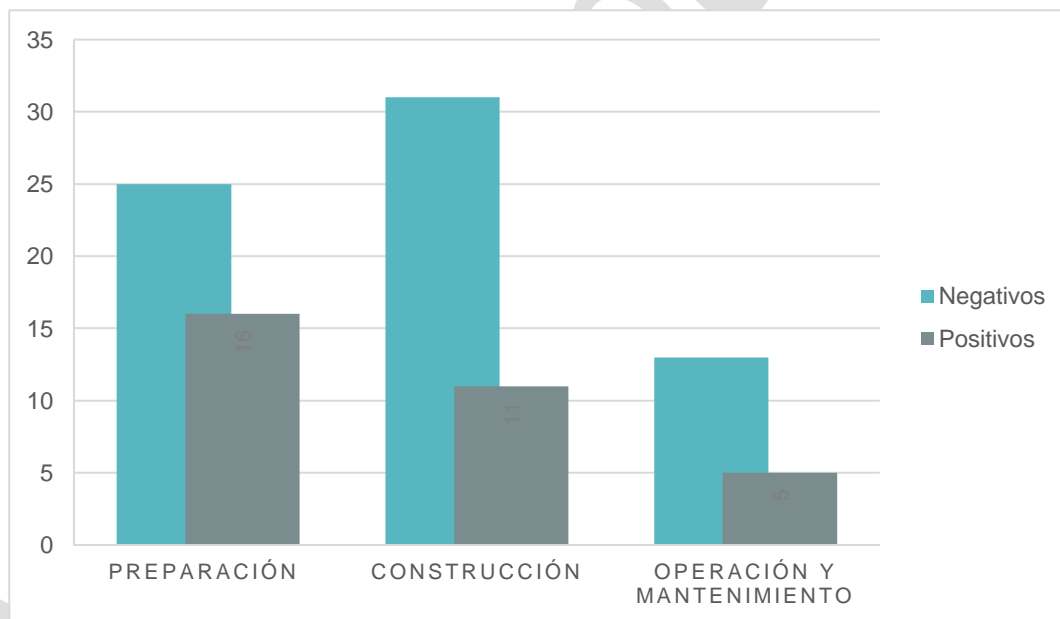
## 5.4. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

A continuación, se describen los impactos ambientales identificados como resultado del proceso de análisis anteriormente explicado, a partir de los diversos componentes ambientales del área de influencia directa e indirecta del proyecto, definidos en el Capítulo 4 de este DTU-BR, así como de los resultados de las listas de chequeo del proyecto (Tabla 5. 2 a Tabla 5. 4) y de las matrices de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 5. 1), y de la opinión de expertos.

### 5.4.1. Análisis de matrices de identificación y evaluación de impacto ambientales potenciales

El desarrollo del proyecto podría generar 101 impactos, de los cuales 69 (68.3%) se valoraron como negativos y 32 (31.7%) como positivos. Se identificaron 208 interacciones posibles, de las cuales solo serán efectivas el 46.63%. La etapa de desarrollo del proyecto que generará el mayor número de impactos negativos corresponderá a la de construcción, con 31 impactos, seguida por la de preparación con 25 y por último por la de operación con 13. Sin embargo, la etapa de operación será también la que genere el menor número de impactos positivos (Figura 5. 2).

Figura 5. 2. Impactos negativos y positivos identificados por etapa de desarrollo del proyecto.



Del total de impactos identificados, el 75% de las interacciones entre impactos (positivos y negativos en conjunto), acciones que los generar y factores ambientales susceptibles, alcanzaron el I.I. que lo ubica como No Significativo y el 25% fue despreciable.

Entre los impactos negativos, el de mayor I.I. (0.61) correspondió al aumento en la demanda de recursos hídricos, así como a la modificación visual del paisaje (Figura 5. 3).

El impacto positivo de mayor I.I. (0.56) correspondió a la disponibilidad de sitios de tránsito para individuos de fauna (Figura 5. 4).

Figura 5. 3. Impactos negativos por significancia y etapa del proyecto.

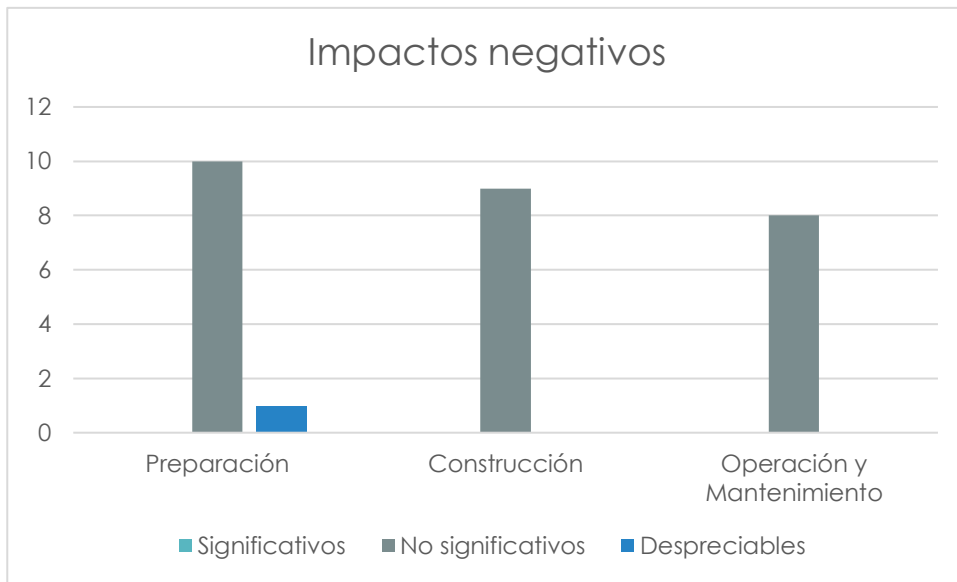
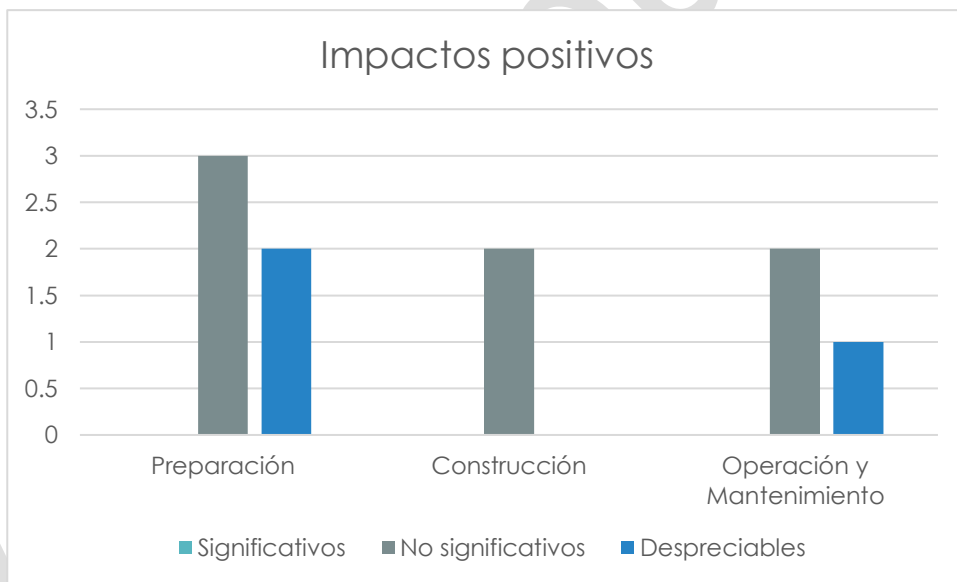


Figura 5. 4. Impactos positivos por significancia y etapa del proyecto.



La obra o actividad que generará el mayor número de impactos negativos corresponde a la Construcción de edificaciones, vialidades, guarniciones y banquetas.

El factor del medio que recibirá el mayor número de impactos negativos corresponde al suelo, seguido del aire.

Los impactos negativos con mayor incidencia se generarán durante la etapa de construcción y preparación del sitio.



En cuanto a las características de los impactos, los resultados del análisis muestran que el 63% serán directos, el 44% acumulativos, el 38% sinérgicos, el 44% de largo plazo, el 31% reversibles a largo plazo, el 25% de aparición irregular y el 25% permanentes.

En seguida se describen con detalle cada uno de los impactos que se identificaron como posibles de ser generados por el proyecto.

#### 5.4.2. Impactos en el medio natural

Los factores del medio natural identificados como susceptibles de verse afectados por el desarrollo del Proyecto fueron el aire, el suelo, el agua, la vegetación, la fauna y el paisaje. A continuación, se describen los impactos identificados para cada factor.

##### 5.4.2.1. Aire

- *Contaminación por ruido*

|  |   |               |  |                  |      |
|--|---|---------------|--|------------------|------|
| Impacto  | Contaminación por ruido   | Signo         | Negativo   | Factor afectado  | Aire |
| Índice de incidencia   | 0.56  | Significancia |  | No significativo |      |
| Actividades generadoras del impacto por etapa y obra         |   |               |  |                  |      |
| Preparación  | Construcción  |               | Operación y mantenimiento  |                  |      |
| 1. Mecánica de suelos<br>2. Excavación y relleno del terreno | 1. Construcción de edificaciones.<br>2. Construcción de vialidades, guarniciones y banquetas<br>3. Instalación eléctrica de drenaje, y agua potable, pozos y registros y telefonía<br>4. Paisajismo |               | 1. Actividades de residentes, visitantes y trabajadores<br>2. Limpieza y mantenimiento |                  |      |

Este impacto será de largo plazo y, a pesar de ser temporal, será generado constantemente, pero en diferentes intensidades, durante los más de 100 años que funcionará el proyecto. Durante las etapas de preparación y construcción será generado por la maquinaria requerida para la realización de las obras del proyecto, así como por el paso de vehículos y por el equipo necesario para darle mantenimiento a la infraestructura y los jardines durante la de operación. La acumulación del ruido será mayor durante los primeros años que se contempla para construcción de las obras.

Para mitigar este impacto todo el equipo y maquinaria que se utilice durante todas las etapas de desarrollo del proyecto deberá encontrarse en óptimas condiciones mecánicas. Asimismo, se establecerá el estricto apego a la NOM-081-SEMARNAT-1994 y sus actualizaciones correspondientes, como parte del reglamento que se aplicará en las etapas de preparación y construcción y del reglamento de operación del proyecto.

- Contaminación por gases y polvos

| Impacto   | Contaminación por gases y polvos  | Signo         | Negativo                    | Factor afectado | Aire |
|---|---|---------------|-----------------------------|-----------------|------|
| Índice de incidencia  | 0.56  | Significancia | No significativo            |                 |      |
| Actividades generadoras del impacto por etapa y obra                                |   |               |                             |                 |      |
| Preparación   | Construcción  |               | Operación y mantenimiento   |                 |      |
| 1.Desmante y despalme<br>2.Mecánica de suelos<br>3.Excavación y relleno del terreno | 1.Construcción de edificaciones.<br>2.Construcción de vialidades, guarniciones y banquetas.<br>3. Instalación eléctrica de drenaje, y agua potable, pozos y registros y telefonía |               | 1. Limpieza y mantenimiento |                 |      |

Será generado por la maquinaria y el equipo utilizados para la construcción de las obras durante las etapas de preparación y construcción. Durante la etapa de operación este impacto lo generarán los vehículos que hagan uso de las vialidades, así como el equipo que funcione a base de motores de combustión interna usado para el mantenimiento de los jardines y la limpieza de las áreas comunes y viviendas.

Es importante resaltar que, aunque dichos gases y polvos no representan un impacto significativo a nivel local o regional, sí mantienen una relación con la generación de otros problemas a nivel global como la acumulación de gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento del planeta. Como medida de mitigación a este impacto el proyecto mantendrá una superficie de 3.62ha como áreas de conservación, que corresponden a cerca del 25.35% de la superficie del predio, además de 191.01 m<sup>2</sup> de áreas verdes.

#### 5.4.2.2. Suelo

- Contaminación por residuos

| Impacto   | Contaminación por residuos  | Signo         | Negativo  | Factor afectado | Suelo |
|---|---|---------------|---|-----------------|-------|
| Índice de incidencia  | 0.44  | Significancia | No significativo  |                 |       |
| Actividades generadoras del impacto por etapa y obra  |   |               |   |                 |       |
| Preparación   | Construcción  |               | Operación y mantenimiento   |                 |       |
| 1.Trazo y nivelación con equipo topográfico de las áreas de trabajo<br>2.Instalación de obras provisionales | 1.Terracerías<br>2. Construcción de edificaciones.<br>3. Construcción de vialidades, guarniciones y banquetas<br>4. Instalación eléctrica de drenaje, y agua potable, pozos y registros y telefonía |               | 1.Actividades de residentes, visitantes y trabajadores<br>2. Limpieza y mantenimiento |                 |       |

Durante las etapas de preparación y construcción se deberá al riesgo por la presencia de obreros, quienes generarán residuos sólidos urbanos y residuos líquidos. Asimismo, se deberá al uso de aceites, combustibles y otras sustancias que pudieran derramarse y contaminar el suelo, las cuales son necesarias para el funcionamiento de la maquinaria y el equipo de construcción. Durante la etapa de operación este impacto se deberá a la generación de residuos por parte de los usuarios y trabajadores del proyecto, así como por los que se producirán como resultado de las labores de limpieza y mantenimiento de la infraestructura y los jardines. Las labores de











|                                     |  |  |
|-------------------------------------|--|--|
| 6. Excavación y relleno del terreno |  |  |
|-------------------------------------|--|--|

Este será un impacto positivo directo, acumulativo y sinérgico, calificado como no significativo. Se deberá a la necesidad de contratar personal para llevar a cabo las diferentes actividades durante todas las etapas del proyecto. Durante las etapas de preparación y construcción el proyecto generará alrededor empleos, adicional a este se debe considerar el personal que será contratado por los propietarios para la construcción. Por otra parte, el desarrollo del proyecto requerirá de diversos insumos y servicios que serán contratados a terceros, por lo que se generarán empleos indirectos en todas sus etapas de desarrollo.

- Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores

| Impacto  | Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores  | Signo  | Positivo     | Factor afectado | Socioeconomía |
|--|--|--|--------------|-----------------|---------------|
| Índice de incidencia   | 0.22   | Significancia  | Despreciable |                 |               |
| Actividades generadoras del impacto por etapa y obra   |  |  |              |                 |               |
| Preparación  | Construcción   | Operación y mantenimiento  |              |                 |               |
| 1. Trazo y nivelación con equipo topográfico de las áreas de trabajo<br>2. Marcado, rescate y reubicación de especies animales y vegetales<br>3. Desmonte y despalme<br>4. Mecánica de suelos<br>5. Instalaciones y obras provisionales<br>6. Excavación y relleno del terreno | 1. Terracerías<br>2. Construcción de edificaciones.<br>3. Construcción de vialidades, guarniciones y banquetas.<br>4. Instalación eléctrica de drenaje, y agua potable, pozos y registros y telefonía<br>5. Paisajismo | 1. Actividades de residentes y visitantes<br>2. Limpieza y mantenimiento |              |                 |               |

Este impacto se generará por aquellas actividades que impliquen la interacción humana con el medio en el marco del proyecto, por lo que se prevé que podría generarse en todas las actividades de las tres etapas del Proyecto. Se refiere al fortalecimiento de capacidades en el manejo y gestión de cualquier tipo de residuo, así como de la identificación de comportamientos adecuados en materia ambiental. Por medio de esto, se espera que tanto usuarios del proyecto como trabajadores adquieran y asimilen conductas deseables como la separación y depósito de residuos en botes especiales y diferenciados. Lo anterior, es de gran relevancia ya que le permitirá replicar estas conductas en otros contextos (laborales, habitacionales, etc.).

- Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar

| Impacto  | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar                                    | Signo  | Negativo         | Factor afectado | Socioeconomía |
|--|--|--|------------------|-----------------|---------------|
| Índice de incidencia   | 0.50   | Significancia  | No significativo |                 |               |
| Actividades generadoras del impacto por etapa y obra             |  |  |                  |                 |               |
| Preparación  | Construcción   | Operación y mantenimiento  |                  |                 |               |
| 1. Desmonte y despalme<br>2. Instalaciones y obras provisionales | 1. Terracerías<br>2. Construcción de edificaciones.<br>3. Construcción de vialidades, guarniciones y banquetas | 1. Actividades de residentes y visitantes<br>2. Limpieza y mantenimiento |                  |                 |               |



|                                     |  |  |
|-------------------------------------|--|--|
| 3. Excavación y relleno del terreno | 4. Instalación eléctrica de drenaje, y agua potable, pozos y registros y telefonía |  |
|-------------------------------------|--|--|

Como preámbulo a este impacto se menciona el hecho de que el predio del Proyecto, de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad, se localiza en zona Turística. Por lo que la gestión de residuos que la municipalidad deberá realizar ya está prevista en el mismo. Aunado a lo anterior, para el caso de los residuos líquidos, su manejo se realizará por medio de CAPA. Por lo anterior, es que este impacto se calificó como negativo No significativo.

- Impacto a la salud humana por contaminación

| Impacto   | Impacto a la salud humana por contaminación | Signo   | Negativo | Factor afectado             | Socioeconomía |
|---|---|---|----------|-----------------------------|---------------|
| Índice de incidencia  | 0.39  | Significancia   |          | No significativo            |               |
| <b>Actividades generadoras del impacto por etapa y obra</b>   |   |   |          |                             |               |
| Preparación   |   | Construcción  |          | Operación y mantenimiento   |               |
| 1. Desmonte y despalme<br>2. Excavación y relleno del terreno |   | 1. Terracerías<br>2. Construcción de edificaciones.<br>2. Construcción de vialidades, guarniciones y banquetas.<br>3. Instalación eléctrica de drenaje, y agua potable, pozos y registros y telefonía |          | 1. Limpieza y mantenimiento |               |

Este impacto se considera de manera precautoria, debido a que, por la experiencia previa en el desarrollo de algunas actividades propias de una obra los polvos o gases que se volatilizan o el ruido que se genera, puede llegar a afectar la salud humana sino se toman las medidas de prevención necesarias. Este impacto se generará por aquellas actividades que impliquen producto de la circulación de vehículos, operación de maquinaria, manejo de materiales volátiles, generación de polvos por cortes y soldaduras, uso de agroquímicos o uso de pinturas. Aunque en el desarrollo de las actividades del proyecto, se espera que los trabajadores cuenten y utilicen los equipos de protección personal adecuados (goggles, guantes, máscaras, chalecos, protectores de oídos, etc.), es necesario contemplar la complejidad de los comportamientos humanos, por lo que prevé que podría generarse en la mayor parte de las actividades de las tres etapas del Proyecto.

### 5.4.3. Impactos ambientales acumulativos

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y su reglamento en materia de impacto ambiental:

- Un impacto ambiental acumulativo es: el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

El análisis de los impactos ambientales de este tipo se basó en la determinación de las desviaciones de la "línea base o cero" originada por efectos aditivos, considerando que el proyecto no es la única fuente de cambio en el SAR. Por ello fue importante identificar e integrar al análisis los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

La identificación de dichos impactos se llevó a cabo con base en el atributo de acumulación. Los impactos con valor de 3 implican que su efecto en el ambiente puede sumarse al de los efectos de impactos del mismo tipo provocados por otros proyectos o actividades independientes al proyecto que se llevan a cabo en la zona actualmente o que sucedieron en el pasado.

La identificación de los mismos se realizó a partir de las matrices de significancia, el juicio de expertos y la interpretación geográfica. De lo anterior se identifican los siguientes impactos negativos dentro de esta clasificación:

- Aumento en la demanda de recursos hídricos.
- Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos.
- Pérdida o desplazamiento de individuos (fauna).
- Modificación visual del paisaje.
- Impacto a la salud humana por contaminación.
- Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar.

Dado que ya se ha explicado a que se refiere cada uno de estos (apartado 5.4.2), en este apartado, únicamente se presentará una breve explicación de su carácter acumulativo. Como punto de partida, es pertinente mencionar que, de estos 7 impactos acumulativos identificados, todos presentaron un I.I. que los clasificó cómo no significativos.

Respecto al aumento de la demanda de recursos hídricos. El proyecto considera desarrollar infraestructura y viviendas (como se ha descrito en el capítulo 2), de tal forma que al entrar en operación la demanda de recursos hídricos aumentará y considerando que Senderos Poniente no será el único desarrollo dentro del SAR que requerirá el abasto constante de recursos hídricos se le asigna un carácter acumulativo. Sin embargo, dado que el Proyecto, así como el resto de los Proyectos que de desarrollen dentro del SAR deberán desarrollarse en el marco de un Plan Maestro autorizado en materia ambiental, así como a que deberán dar cumplimiento a los criterios de desarrollo urbano aplicables, se considera que este sea un impacto no significativo.

Sobre el impacto disponibilidad de sitios de tránsito para individuos, este impacto se presentará derivado de la influencia antrópica del proyecto en el lote 15 (actualmente en condiciones naturales), sin embargo, se considera acumulativo porque al interior del SAR existen otros desarrollos y/o se construirán otros desarrollos en apego al Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes el Ximbal), lo que impactará directamente y de manera gradual la disponibilidad de sitios de tránsito para individuos. Pese a lo anterior este impacto es no significativo, ya que el proyecto, en caso de ser autorizado respetará las áreas de aprovechamiento y conservación y se cuenta con medidas específicas de mantenimiento de áreas verdes que podrían funcionar como sitio de tránsito para individuos.

La pérdida o desplazamiento de individuos de fauna asociada a la preparación, construcción y operación del proyecto está asociada a las actividades propias de cada etapa y en general a la presencia de grupos humanos. Por la ubicación del proyecto al interior del Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes el Ximbal), es probable que otros desarrollos en lotes aledaños contribuyan a este impacto, por lo que se le considera acumulativo. Par mitigar este impacto, en el capítulo 7 se describen algunas medidas como el ahuyenta miento y recate selectivo de individuos de fauna.

Respecto al impacto modificación visual del paisaje, este impacto se presentará debido al avance gradual de la preparación, construcción y operación del proyecto (en caso de ser autorizado). Lo anterior en conjunto con el desarrollo gradual del Plan Maestro de Ciudad Mayakoba, lo convierte en un impacto acumulativo.

El impacto a la salud humana por contaminación, como ya se ha descrito, está vinculado con las actividades propias de las etapas de preparación y construcción principalmente. En este caso, las emisiones atmosféricas generadas por otras causas contribuyen al carácter acumulativo de este impacto. Algunas medidas preventivas para el mismo se describen el capítulo 7 de este documento, por ejemplo, el mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo.

Por último, respecto al impacto incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar, el desarrollo del proyecto y su operación generarán residuos de diversa índole que deberán ser clasificados, transportados y llevados a un sitio de disposición final autorizado según su tipo. En este sentido, el crecimiento urbano asociado al aumento de desarrollos ya sea dentro del SAR o en otras zonas de la municipalidad generará necesariamente un aumento en la cantidad de residuos que deberán ser gestionados. Sin embargo, dado que el Proyecto, así como el resto de los Proyectos que de desarrollen dentro del SAR deberán desarrollarse en el marco de un Plan Maestro autorizado en materia ambiental, así como dar cumplimiento a los criterios de desarrollo urbano aplicables, se considera que este sea un impacto no significativo.

#### **5.4.4. Impactos ambientales residuales**

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y su reglamento en materia de impacto ambiental:

- Se define al impacto ambiental sinérgico como: aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Dichos impactos representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente y a partir de ellos se determina el “costo ambiental” del proyecto, es decir la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

La identificación de estos impactos se llevó a cabo en función del atributo de recuperabilidad. Los impactos con calificación de 3 implican efectos en el ambiente que no le permitirán regresar a su estado original, aún con la aplicación de medidas de mitigación, por lo que se les consideró residuales. Los impactos con valores menores a 3 se consideraron recuperables siempre que se implementen las medidas de compensación y/o mitigación que se presentan en el Capítulo 7.

Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto generará los siguientes impactos residuales negativos:

- Pérdida de la estructura del suelo.
- Pérdida de individuos (vegetación).
- Pérdida o desplazamiento de individuos (fauna).
- Modificación visual del paisaje.

Todos los impactos residuales identificados presentaron un I.I. que los clasificó como no significativos ya que, aunque las medidas de prevención y mitigación nos serán suficientes para evitar que se produzcan, por el carácter de la presente solicitud, en caso de resultar autorizado, este proyecto se apegará a lo que la autoridad establezca. Sus causas y efectos se han analizado ya en el apartado (5.4.4.2) por lo que en este únicamente se explicará por qué se consideran residuales.

La pérdida de la estructura del suelo será inevitable y no recuperable debido a las actividades de preparación y construcción, particularmente en las áreas designadas para el aprovechamiento. El suelo es un cuerpo natural, cuyo proceso de formación dependiendo de las condiciones (factores formadores), puede tomar un periodo de entre 100-300 años. Como principal medida de mitigación se contempla el respetar las áreas de aprovechamiento y conservación, así como la recuperación del suelo para su posterior aprovechamiento en áreas verdes.

En cuanto a la pérdida de individuos (vegetación), las medidas de mitigación consisten principalmente en la implementación de un Programa de Rescate de Vegetación, por medio del cual se colectarán los ejemplares cuyo tamaño y especie permitan su traslado y mantenimiento en un vivero temporal y su posterior reintroducción al sitio una vez concluida la etapa de construcción. Sin embargo, el número de ejemplares colectados y las especies serán limitados por lo que no podrán compensar la pérdida de vegetación generada por el desmonte y despilme del terreno. Una medida más es la utilización en las áreas verdes del proyecto de especies de flora nativas, que puedan proveer de fuentes de alimentación o sitios de refugio a especies de fauna locales.

La pérdida y el desplazamiento de algunos individuos de fauna, será inevitable ya que, aunque existan medias como el ahuyentamiento y el rescate de fauna, algunas especies de lento desplazamiento, rastreras o heridas podrán resultar afectadas.

Por último, la modificación visual del paisaje será inevitable y gradual debido al desarrollo del Plan maestro del Proyecto Senderos Poniente. Aún cuando se incluyan y respeten áreas de conservación al interior del proyecto, así como áreas verdes, la presencia de edificaciones y vialidades representa una diferencia visual importante respecto a las condiciones naturales (actuales) del lote.

#### **5.4.5. Impactos ambientales sinérgicos**

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y su reglamento en materia de impacto ambiental:

- Mientras que un impacto ambiental residual es: el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Lo anterior implica que el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Esta característica está determinada por el atributo de sinergia. Los impactos con calificación de 3 son sinérgicos y los impactos con valor 1 se consideraron como no sinérgicos.

Los impactos negativos sinérgicos identificados para el proyecto son:

- Contaminación por ruido.

- Contaminación por gases y polvos.
- Contaminación por residuos (sólidos y líquidos).
- Aumento en la demanda de recursos hídricos.
- Modificación visual del paisaje.
- Impacto a la salud humana por contaminación.

Los 6 impactos sinérgicos presentan un I.I. que los clasifica como no significativos.

Dado que estos impactos ya han sido descritos en el apartado 5.4.4.2, a continuación, solo se explica su carácter sinérgico.

Respecto a los impactos contaminación por ruido, contaminación por gases, estos impactos podrían aumentar sus repercusiones medioambientales a escala ecosistémica, si no se les previene y mitiga adecuadamente. Ejemplo de lo anterior es la contribución a la mala calidad del aire y sus repercusiones en la salud humana y de otras especies. Por lo que en el capítulo 7 se han determinado algunas medidas de prevención y mitigación para ellos.

La contaminación por residuos, de no preverse y mitigarse, podría generar problemáticas medioambientales no solo a escala SAR son perjudicas otras escalas. Un ejemplo de ello es la posible contaminación de cuerpos de agua subterránea con residuos líquidos y sólidos, y su potencial migración ya afectación a la salud humana.

El aumento en la demanda de recursos hídricos también se ha clasificado como sinérgico ya que, de no mitigarse, podría generar no solo problemáticas medioambientales como el déficit hídrico sino también problemáticas de índole social (conflictos por inaccesibilidad o problemas de salud).

La modificación visual del paisaje está asociada con el cambio de usos de suelo y por consiguiente con la modificación de las condiciones naturales (actuales) de un sitio, en este caso, si este impacto no de mitiga o previene, podrían generarse pérdidas de biodiversidad y de la función ecosistémica.

Por último, el impacto a la salud humana por contaminación, resulta ser un impacto sinérgico debido a que, si no se previene o mitiga, se puede convertir en una problemática de orden público, generando diversos efectos adversos.

## **5.5. CONCLUSIÓN**

A través de técnicas convencionales de identificación de impactos ambientales y el juicio de expertos a lo largo del presente capítulo fue posible identificar, evaluar y describir los impactos ambientales potenciales que pudieran generarse por el desarrollo del proyecto en caso de resultar autorizado. De este modo se concluye que el proyecto cumple con lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA, en términos de que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el predio y el Sistema Ambiental Regional (SAR). De igual forma, se concluye que:

- El desarrollo del proyecto podría generar 101 impactos, de los cuales 69 (68.3%) se calificaron como negativos y 32 (31.7%) como positivos.
- Del total de impactos identificados, el 75% de las interacciones entre impactos (positivos y negativos en conjunto), alcanzaron un I.I. que las ubica como No Significativas y el 25% fue despreciable.
- Los impactos negativos con mayor índice de incidencia corresponden a el aumento en la demanda de recursos hídricos y a la Modificación visual del paisaje.
- El impacto positivo con mayor índice de incidencia correspondió a la generación de empleos directos e indirectos y derrama económica.
- La etapa de desarrollo del proyecto que generará mayor número de impactos negativos será de la preparación del sitio, seguida por la de construcción y por último por la de operación.
- Los factores del medio que recibirán el mayor número de impactos negativos serán el suelo y el aire.
- Se identificó que el proyecto podría producir 7 impactos negativos acumulativos, 4 impactos negativos residuales y 6 impactos negativos sinérgicos.

En resumen, el proyecto no generará impactos ambientales que produzcan desequilibrios ecológicos que afecten: a) la existencia y desarrollo del hombre y demás seres vivos, b) la integridad y continuidad de los ecosistemas presentes en el predio y el SA y c) los bienes y servicios ambientales que los ecosistemas prestan en el predio y el SA; y que por lo tanto es procedente.

En el Capítulo 7, se presentan las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto. Estas medidas se integran de manera precisa y coherente en el marco de un Sistema de Supervisión Ambiental específico para el proyecto, cuya ejecución disminuye el impacto ambiental del mismo y evita causar desequilibrios ecológicos<sup>3</sup> que afecten la continuidad de los procesos naturales del SA evaluado.

---

<sup>3</sup> LGEEPA, Artículo 3, fracc. **XII.**- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

# **DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B REGIONAL**

## **PROYECTO: SENDEROS PONIENTE**



### **CAPÍTULO 6**

## **CAPÍTULO 6. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO**

### **6.1. INTRODUCCIÓN**

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales sólo puede autorizarse por excepción considerando el supuesto que a la letra dice:

*Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*

*En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.*

*Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.*

[...]

La Promovente del proyecto "Senderos Poniente", a manera de justificación, para la obtención de la autorización del presente estudio, a continuación, expone de manera breve y concreta los elementos más sobresalientes que fundamentan técnicamente que la ejecución del Proyecto da cumplimiento a las disposiciones citadas en el Artículo 93 de la LGDFS.

### **6.2. NO SE COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD**

#### **6.2.1. Vegetación**

Para la elaboración del estudio se determinó la Cuenca Hidrológica Forestal para esta solicitud de cambio de uso del suelo forestal dentro del municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo. Como se informa la superficie solicitada para dicho cambio de uso de suelo es de 10.66 ha.



La vegetación de la cuenca 32A (Quintana Roo), (subcuenca “d”) y en específico la zona norte del estado de Quintana Roo, donde se ubica el Proyecto, de acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI (2017), presenta un mosaico de comunidades vegetales que responden a un conjunto de condiciones edáficas, geomorfológicas, microclimáticas y antropogénicas.

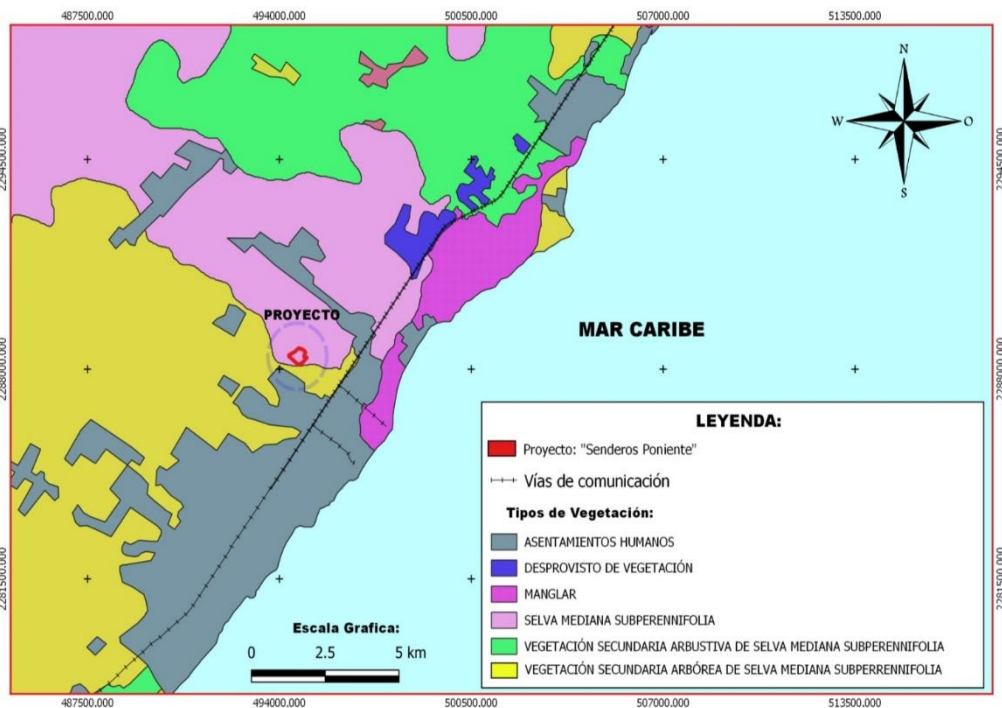
A lo largo de la subcuenca se pueden observar ecosistemas costeros como humedales y en la medida que cambia la elevación se puede observar la selva y vegetación secundaria en general producto de las diferentes actividades realizadas por las poblaciones cercanas.

De este a oeste, el patrón general de distribución de los ecosistemas en la cuenca, es el siguiente:

- Duna costera
- Manglar
- Tular
- Cuerpos de agua
- Selva baja subcadufofia
- Selva mediana subperennifolia

Figura 6. 1. Tipos de vegetación de la cuenca donde se ubica el Proyecto.

**MAPA DE TIPOS DE VEGETACIÓN DEL PROYECTO: "SENDEROS PONIENTE"**



De acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la INEGI serie VI, y las observaciones realizadas, la vegetación que cubre prácticamente todo la cuenca y en específico la subcuenca “d” donde se ubica el Proyecto y que será afectada corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades entre ellas la agropecuaria a través de los años. Mismas que fueron abandonadas hace muchos años, por lo

que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región. De esta manera, se considera que este ecosistema en si corresponde a una fase o etapa de sucesión avanzada de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que por ahora se encuentran ausentes.

De acuerdo con los estudios realizados dentro de las áreas que se proponen para la ejecución del cambio de uso de suelo, así como de la información obtenida en los muestreos y análisis de biodiversidad realizados a nivel de cuenta (unidad de análisis) y en el mismo tipo de vegetación que se verá afectado con la ejecución del Proyecto por el cambio de uso de suelo (selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea), así como a la información presentada en el presente Documento Técnico Unificado, para el aspecto de índices de diversidad, similitud y valor de importancia a nivel especie, se realiza el siguiente análisis comparativo.

#### 6.2.1.1. *Diversidad*

Se considera que una comunidad es más compleja mientras mayor sea el número de especies que la compongan (más vías de flujo de energía en la cadena trófica) y mientras menos dominancia presenten una o pocas especies con respecto a las demás (Franco, 1998).

El índice de diversidad es un parámetro estadístico derivado de la riqueza de especies y abundancia de los individuos presentes en el ecosistema (Gaines, et al, 1999)<sup>1</sup>.

#### **Índice de Shannon (H')**

Este índice se basa en el supuesto de que los individuos provienen de un muestreo aleatorio efectuado en una población infinitamente grande, además de que todas las especies presentes se encuentran representadas en la muestra (Pielou, 1975)<sup>2</sup>. El valor del índice de diversidad de Shannon según Margalef oscila entre el 1 y 4.5 y solo de manera extraordinaria llega a un valor de 4.5.

La expresión para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i * \log_2 P_i$$

<sup>1</sup> Gaines, L., Harrod, J., Eehmkuhl, F. 1999. Monitoring biodiversity: quantification and interpretation. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-443. Portland, OR: USDA, FS, Pacific Northwest Research Station.

<sup>2</sup> Pielou, C. 1975. Ecological diversity. John Wiley, New York.

Dónde:

$H'$  = índice de diversidad  
 $s$  = número de especies presentes  
 $P_i$  = proporción de especies  
 $\log_2$  = la fórmula utiliza el logaritmo base 2  
 $n_i$  = número de individuos de la especie  $i$   
 $N$  = Número total de individuos

### Índice de Margalef

Es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, esenciales para medir el número de especies en una unidad de muestra (Margalef, 1969)<sup>3</sup>. Donde Valores inferiores a 2.0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995)<sup>4</sup>.

La expresión utilizada para calcular el índice de Margalef es la siguiente:

$$D_{Mg} = \frac{s - 1}{\ln N}$$

Dónde:

$s$  = número de especies presentes (total de matriz)  
 $\ln$  = logaritmo natural  
 $N$  = Número total de individuos

A continuación, se muestran los valores de diversidad, riqueza y abundancia para cada una de las comunidades vegetales.

### Índice de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988)<sup>5</sup>.

La expresión utilizada para calcular el Índice de Pielou es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \quad H'_{max} = \ln S$$

<sup>3</sup> Margalef, R. 1969. Diversity and stability: a practical proposal and a model of interdependence. Brookhaven symposia Biology. 22: 25-37.

<sup>4</sup> Margalef, R. 1995. La ecología, entre la vida real y la física teórica. Investigación y Ciencia. 225: 66-73.

<sup>5</sup> Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey.

Dónde:

H' = índice de diversidad de Shannon  
 S = número de especies presente en la comunidad

## **Análisis**

**Tabla 6. 1. Comparativos de índice de diversidad entre la unidad de análisis (cuenca) y el área de cambio de uso de suelo en selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.**

| <b>Unidad de análisis (cuenca)</b>    |                        |                          |                                |                          |                           |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <b>Tipo de vegetación</b>             | <b>No. de especies</b> | <b>Índice de Shannon</b> | <b>Diversidad máxima H max</b> | <b>Equidad de Pielou</b> | <b>Índice de Margalef</b> |
| Arbórea                               | 31                     | 4.11                     | 5                              | 0.822                    | 4.923                     |
| Arbustivas                            | 11                     | 3.18                     | 3.32                           | 0.959                    | 3.235                     |
| Herbáceas                             | 8                      | 2.52                     | 3                              | 0.841                    | 1.910                     |
| <b>Área de cambio de uso de suelo</b> |                        |                          |                                |                          |                           |
| <b>Tipo de vegetación</b>             | <b>No. de especies</b> | <b>Índice de Shannon</b> | <b>Diversidad máxima H max</b> | <b>Equidad de Pielou</b> | <b>Índice de Margalef</b> |
| Arbórea                               | 33                     | 3.82                     | 5.04                           | 0.759                    | 5.241                     |
| Arbustivas                            | 7                      | 2.66                     | 2.80                           | 0.949                    | 2.502                     |
| Herbáceas                             | 9                      | 2.97                     | 3.32                           | 0.894                    | 1.953                     |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

De los análisis realizados a la vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea para la unidad de análisis (cuenca) (UAC) y al área de cambio de uso de suelo (ACUSTF), se puede apreciar que existe similar riqueza específica en la UAC que en el ACUSTF, al registrarse una cantidad de 50 y 49 especies, respectivamente, para los distintos estratos.

Respecto al índice de Shannon, que mide la diversidad del ecosistema (H'), se puede observar que ésta es mayor para los estratos arbóreo y arbustivo del UAC, al presentar valores de 4.11 y 3.18, respectivamente, contra 3.82 y 2.66 que registra el ACUSTF, no así para el estrato herbáceo de la ACUSTF que presenta mayor diversidad que dicho estrato para el UAC, al registrar un valor de 2.97 contra 2.52; por otra parte de acuerdo a los resultados obtenidos, valores normales de biodiversidad pueden ser observados para el estrato arbustivo de la ACUSTF y para el estrato herbáceo de ambas áreas de análisis, al encontrarse entre 2.52 y 2.97, mientras que el estrato arbóreo para ambas áreas de análisis y el estrato arbustivo para el UAC, muestran valores altos de diversidad al encontrarse entre 3.18 y 4.11

De igual manera, la diversidad máxima (H max) que se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes en el ecosistema, como se aprecia en las tablas anteriores, en los estratos arbóreo y herbáceo tanto de la UAC como del ACUSTF la diversidad máxima es muy similar, no así para el estrato arbustivo donde en la UAC la diversidad máxima es mayor que en el ACUSTF.

Referente al índice de Pielou que mide la proporción de la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada, el cual tiene valores de 0 a 1, y en donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes; se puede observar en los resultados que en el área de UAC para los estratos arbóreo y arbustivo las especies son mayormente abundantes que en los mismos estratos del ACUSTF, caso contrario para el estrato herbáceo de la UAC que presenta menor abundancia de especies que dicho estrato del área de ACUSTF.

De acuerdo a los valores del índice de Margalef, que estima la biodiversidad de un ecosistema, en donde los valores inferiores a 2.0 son considerados como zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos), y valores mayores a 5.0, son considerados como indicativos de alta biodiversidad, se observa que el estrato arbóreo de la UAC y el estrato arbustivo para ambas áreas de análisis presentan una mediana diversidad al registrar valores entre 4.923 y 2.502, mientras que el estrato herbáceo para ambas áreas de análisis presentan una baja diversidad al registrar valores de 1.910 y 1.953, el estrato arbóreo del ACUSTF es el único que presenta una diversidad alta con un valor de 5.241.

#### 6.2.1.2. Similitud

El grado de recambio de especies (diversidad beta), ha sido evaluado principalmente teniendo en cuenta proporciones o diferencias. Las proporciones pueden evaluarse con ayuda de índices, así como de coeficientes que nos indican qué tan similares/disímiles son dos comunidades o muestras.

Los métodos para cuantificar la diversidad beta se pueden dividir en dos clases: de similitud-disimilitud y los de recambio/reemplazo de especies. El análisis de similitud mediante el Índice de Sorensen relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies en ambos sitios (Villareal, et al., 2006)<sup>6</sup>.

La expresión para calcular el índice de Sorensen es la siguiente:

$$QS = \frac{2C}{A + B}$$

Donde:

- A: Número de especies en el sitio A
- B: Número de especies en el sitio B
- C: Número de especies compartidas por las dos muestras

#### **Análisis**

El análisis de similitud de Sorensen nos indica que las comunidades vegetales de la UAC y del ACUSTF donde se pretende desarrollar el proyecto "Senderos Poniente", presentan una similitud del 63%, lo que indica que entre ambas áreas de análisis se cuenta con una mediana similitud, compartiéndose un total de 31 especies que representa el 45% del total de las especies registradas para ambos sitios. En la siguiente Tabla 6. 2 se presenta las especies registradas en el ACUSTF que no fueron registradas en la UAC.

---

<sup>6</sup> Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.



**Tabla 6. 3. Distribución de las especies existentes en el ACUSTF que no fueron registradas en la UAC. Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.**

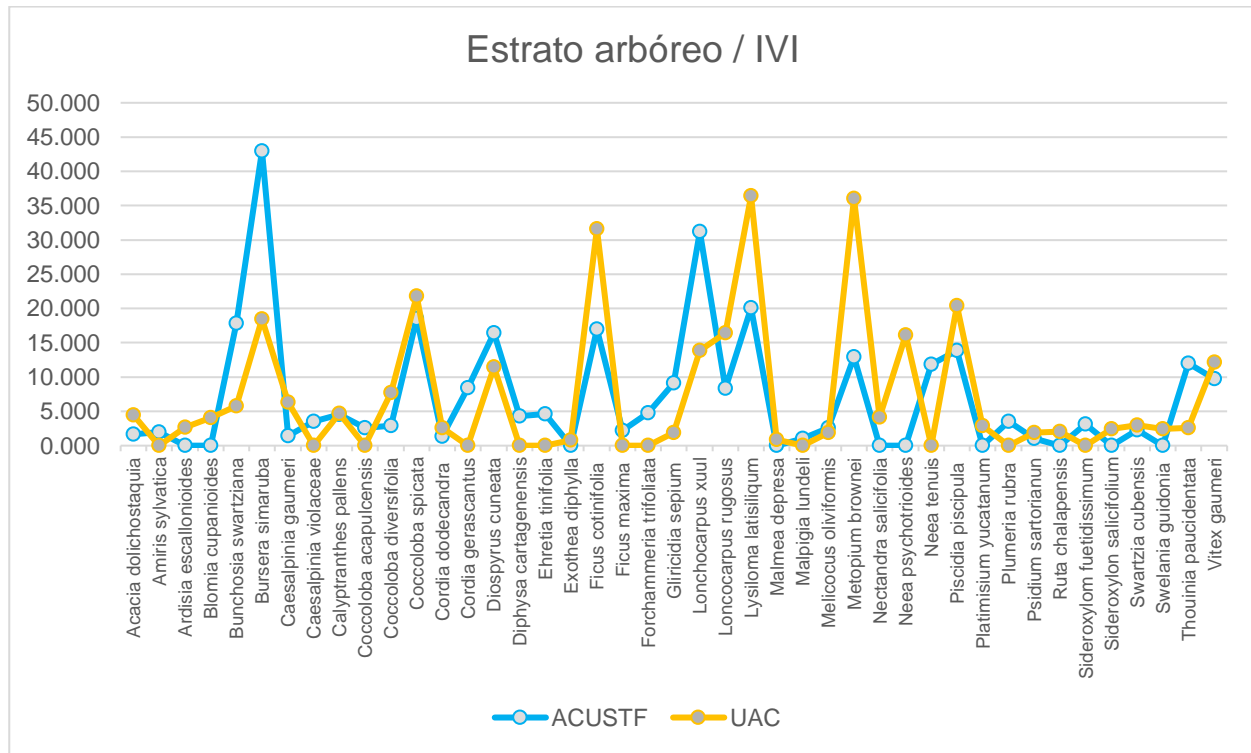
| Estrato  | Nombre común | Nombre científico                | Distribución  | Enlace  |
|----------|--------------|----------------------------------|---|---|
| Arbóreas | Palo de gas  | <i>Amiris sylvatica</i>          | Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán  | <a href="https://enciclovida.mx/especies/170931-amyris-sylvatica">https://enciclovida.mx/especies/170931-amyris-sylvatica</a>                   |
|          | Chacte-viga  | <i>Caesalpinia violaceae</i>     | Campeche, Chiapas, Michoacán, Quintana Roo, Yucatán   | <a href="https://enciclovida.mx/especies/188844-caesalpinia-violaceae">https://enciclovida.mx/especies/188844-caesalpinia-violaceae</a>         |
|          | Tojyub       | <i>Coccoloba acapulcensis</i>    | Campeche, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán   | <a href="https://enciclovida.mx/especies/166643-coccoloba-acapulcensis">https://enciclovida.mx/especies/166643-coccoloba-acapulcensis</a>       |
|          | Bojon        | <i>Cordia gerascantus</i>        | Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán   | <a href="https://enciclovida.mx/especies/154540-cordia-gerascanthus">https://enciclovida.mx/especies/154540-cordia-gerascanthus</a>             |
|          | Ruda         | <i>Diphysa cartagenensis</i>     | Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán  | <a href="https://enciclovida.mx/especies/185863-diphysa-carthagenensis">https://enciclovida.mx/especies/185863-diphysa-carthagenensis</a>       |
|          | Roble        | <i>Ehretia tinifolia</i>         | Campeche, Coahuila, Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán   | <a href="https://enciclovida.mx/especies/154657-ehretia-tinifolia">https://enciclovida.mx/especies/154657-ehretia-tinifolia</a>                 |
|          | Higo         | <i>Ficus maxima</i>              | Campeche, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas  | <a href="https://enciclovida.mx/especies/165713-ficus-maxima">https://enciclovida.mx/especies/165713-ficus-maxima</a>                           |
|          | Tres marías  | <i>Forchammeria trifoliata</i>   | Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán  | <a href="https://enciclovida.mx/especies/168923-forchammeria-trifoliata">https://enciclovida.mx/especies/168923-forchammeria-trifoliata</a>     |
|          | Guayache     | <i>Malpighia lundellii</i>       | Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán  | <a href="https://enciclovida.mx/especies/193772-malpighia-lundellii">https://enciclovida.mx/especies/193772-malpighia-lundellii</a>             |
|          | Tadzi        | <i>Neea tenuis</i>               | Campeche, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Yucatán  | <a href="https://enciclovida.mx/especies/166017-needa-tenuis">https://enciclovida.mx/especies/166017-needa-tenuis</a>                           |
|          | Flor de mayo | <i>Plumeria rubra</i>            | Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Cd. de México, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas | <a href="https://enciclovida.mx/especies/162662-plumeria-rubra">https://enciclovida.mx/especies/162662-plumeria-rubra</a>                       |
|          | Caracolillo  | <i>Sideroxylon foetidissimum</i> | Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Veracruz, Yucatán  | <a href="https://enciclovida.mx/especies/193792-sideroxylon-foetidissimum">https://enciclovida.mx/especies/193792-sideroxylon-foetidissimum</a> |







Figura 6. 2. Comparativa del comportamiento del IVI en el estrato arbóreo, UAC vs ACUSTF.



Como se aprecia en el comparativo del estrato arbóreo, con relación a los valores del IVI, que nos indica la importancia ecológica de cada especie y mide el valor de las especies, para este estrato las especies que tienen mayor importancia en la UAC y el ACUSTF son *Bursera simaruba*, *Ficus cotinifolia*, *Lonchocarpus xuul*, *Lysiloma latisiliquum* y *Metopium brownei*, al presentar los valores más altos del IVI, por otra parte, se puede observar que la mayoría de las especies registradas en el ACUSTF, se encuentran representadas en el UAC; respecto a las especies *Amiris sylvatica*, *Caesalpinia violaceae*, *Coccoloba acapulcensis*, *Cordia gerascantus*, *Diphysa cartagenensis*, *Ehretia tinifolia*, *Ficus máxima*, *Forchammeria trifoliata*, *Malpigia lundeli*, *Neea tenuis*, *Plumeria rubra* y *Sideroxylon fuetidissimum*, como ya fue mencionado en el punto 6.2.1.2. Similitud, se tomarán las medidas de mitigación pertinentes dentro del presente estudio, como lo es el Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación, con lo cual se garantiza que estas especies que serán afectadas con el cambio de uso de suelo no se pongan en riesgo, ni se comprometa su permanencia; entre las acciones que contempla el programa, además del rescate y reubicación, se encuentra la recolección y esparcimiento de semillas de las especies mencionadas, en áreas del Proyecto que no se sometan al cambio de uso del suelo y en áreas de la UAC adyacentes a su zona de distribución; además es de considerar que estas especies tienen una amplia distribución, de acuerdo a literatura consultada, detalle que puede ser verificado en la Tabla 6. 3.



Como se aprecia en el comparativo del estrato arbustivo con relación a los valores del IVI, que nos indica la importancia ecológica de cada especie y mide el valor de las especies, para este estrato las especies que tienen mayor importancia en la UAC y el ACUSTF son *Casccabela gaumeri*, *Gymnopodium flribundum*, *Hampea trilobata* y *Sabal yapa*, al presentar los valores más altos del IVI, por otra parte, se puede observar que la mayoría de las especies registradas en el ACUSTF, se encuentran representadas en el UAC; respecto a la especie *Coccothrinax readii*, como ya fue mencionado en el punto 6.2.1.2. Similitud, se tomarán las medidas de mitigación pertinentes dentro del presente estudio, como lo es el Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación, con lo cual se garantiza que estas especies que serán afectadas con el cambio de uso de suelo no se pongan en riesgo, ni se comprometa su permanencia; entre las acciones que contempla el programa se encuentra el rescate y reubicación de estas especies, con especial énfasis en la palma Nakas (*Coccothrinax readii*), especie considerada como protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como la recolección y esparcimiento de semillas de las especies mencionadas, en áreas del Proyecto que no se sometan al cambio de uso del suelo y en áreas de la UAC adyacentes a su zona de distribución; también es de considerar que estas especies tienen una amplia distribución, de acuerdo a literatura consultada, detalle que puede ser verificado en la Tabla 6. 3.

**Tabla 6. 6. Cuadro comparativo del IVI entre la UAC y la ACUSTF en el estrato herbáceo de la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.**

| No.          | Especie      |                               | Índice de Valor de Importancia |               |
|--------------|--------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------|
|              | Nombre común | Nombre científico             | ACUSTF                         | UAC           |
| 1            | Yax ak       | <i>Arrabidea podopogon</i>    | 33.61                          | 72.70         |
| 2            | Xiat         | <i>Chamaedoreea zeifrizii</i> | 15.37                          | 36.35         |
| 3            | Chaya        | <i>Cnidocolus multilobus</i>  | 9.17                           | 0.00          |
| 4            | Sac ak       | <i>Cydista potosina</i>       | 57.25                          | 92.16         |
| 5            | Tulipan      | <i>Malvaviscus arboreus</i>   | 0.00                           | 16.89         |
| 6            | Paulinea     | <i>Paullinia pinnata</i>      | 20.06                          | 33.79         |
| 7            | T'zimin      | <i>Petrea bolubilis</i>       | 0.00                           | 14.33         |
| 8            | Chilar       | <i>Rivina humilis</i>         | 32.77                          | 19.46         |
| 9            | Serjania     | <i>Serjania yucatanensis</i>  | 30.06                          | 0.000         |
| 10           | Sicotria     | <i>Sicotria nervosa</i>       | 28.29                          | 0.000         |
| 11           | Styzophyllum | <i>Styzophyllum riparium</i>  | 0.00                           | 14.32         |
| 12           | Xnantus      | <i>Ichnanthus lanceolatus</i> | 43.22                          | 0.000         |
| <b>Total</b> |              |                               | <b>300.00</b>                  | <b>300.00</b> |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales



### **Medidas por aplicar a la flora**

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el Proyecto considera la implementación de diversas medidas de mitigación para los impactos que se prevé sean generados a la flora, con el objetivo de contribuir al restablecimiento de factores funcionales en el ecosistema, entre las cuales se encuentran:

- La reforestación en las áreas que no se someten al cambio de uso de suelo dentro del Proyecto.
- El rescate de especies de flora, esta actividad se realizará en las 10.66 ha que contempla el cambio de uso de suelo forestal, esta acción se realizará previo a realizar la remoción de vegetación y con especial énfasis en las especies consideradas como protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como en las especies que únicamente se registraron en el ACUSTF, y en aquellas especies que presentan alto valor ecológico y paisajístico, dicha reubicación se llevará a cabo en áreas de la UAC adyacentes a la ACUSTF o bien en áreas del Proyecto que no se sometan a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- La recolección y esparcimiento de semillas de las especies que únicamente se registraron en el ACUSTF, en áreas del Proyecto que no se sometan al cambio de uso del suelo y en áreas de la UAC adyacentes a su zona de distribución.
- Antes del inicio de la remoción del arbolado y especies vegetales, se delimitará el área definida para el cambio de uso de suelo, de acuerdo a la superficie autorizada por la autoridad ambiental.
- La remoción de la vegetación con el cambio de uso de suelo, se realizará empleando técnicas y equipo que ayude a evitar daños a la vegetación residual aledaña al área de cambio de uso de suelo.
- Los movimientos de maquinaria se realizarán solamente sobre el área del proyecto que se somete al cambio de uso del suelo forestal.

### **Conclusión**

De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis presentados, podemos observar que la diversidad en ambas áreas de análisis es equivalente, registrándose ligeramente más alta para la UAC, tanto a nivel general, como en la mayoría de los estratos, y determinándose que en ambas áreas existe una diversidad considerada como de mediana a alta.

Esto mismo sucede con la riqueza específica, en donde ambas áreas de análisis presentan valores similares, siendo de 50 para la UAC y de 49 para el ACUSTF. Es importante mencionar que ambos predios cuentan con el registro de un gran número de especies leguminosas, lo que significa que se encuentran en un proceso avanzado de sucesión.

Realizando la comparación de las especies que se encuentran en las dos áreas de análisis se observa que éstas comparten una similitud del 63%, lo que indica que la mayoría de las especies que se encuentran en el área propuesta para llevar a cabo el cambio de uso de suelo forestal, también están representadas en la UAC, y respecto a aquellas especies registradas únicamente en el ACUSTF, se aplicarán las medidas de mitigación necesarias, al momento de la ejecución del Proyecto. Esto es importante debido a que podemos asegurar que las especies que se verán afectadas con el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en sus diferentes estratos no se pondrán en riesgo, ni se comprometerá su biodiversidad.

**Por lo señalado anteriormente, en este apartado, podemos demostrar que con la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 10.66 ha, no se compromete la flora, y por lo tanto no se compromete la biodiversidad, como se señala en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en vigor.**

## 6.2.2. Fauna

De acuerdo con los registros obtenidos en el trabajo de campo con los muestreos y los análisis realizados respecto al índice de diversidad y similitud, se realiza el siguiente análisis comparativo para la UAC y el ACUSTF, por grupo faunístico.

### 6.2.2.1. Aves

De acuerdo a la riqueza de especies, se registraron un total de 11 especies y 109 individuos, para la UAC y 10 especies con 79 individuos para la ACUSTF. Conforme a la abundancia relativa, se tiene que para la UAC las especies con más alto valor son *Pitangus sulphuratus*, *Trogon melanocephalus* y *Crotophaga sulcirostris*, en tanto que para el ACUSTF son *Quiscalus mexicanus*, *Cyanocorax yucatanicus* y *Minus gilvus* (Tabla 6. 7). Cabe señalar que ninguna especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 6. 7. Comparativa de las especies de aves presentes en la UAC y el ACUSTF, registros y abundancia relativa.** Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

| No           | Nombre científico              | Nombre común        | Presencia/ausencia |           | Registros  |           | Abundancia relativa |        |
|--------------|--------------------------------|---------------------|--------------------|-----------|------------|-----------|---------------------|--------|
|              |                                |                     | UAC                | ACUSTF    | UAC        | ACUSTF    | UAC                 | ACUSTF |
| 1            | <i>Columba flavirostris</i>    | Paloma morada       | ✓                  | ✓         | 5          | 11        | 0.0459              | 0.1392 |
| 2            | <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijoy   | ✓                  | -----     | 13         | -----     | 0.1193              | 0.0000 |
| 3            | <i>Cyanocorax yucatanicus</i>  | Chara azul          | -----              | ✓         | -----      | 15        | 0.0000              | 0.1899 |
| 4            | <i>Eumomota supersiliosa</i>   | Toh                 | ✓                  | -----     | 7          | -----     | 0.0642              | 0.0000 |
| 5            | <i>Icterus auratus</i>         | Bolsero yucateco    | ✓                  | ✓         | 3          | 2         | 0.0275              | 0.0253 |
| 6            | <i>Megarynchus pitangua</i>    | Luis pico grueso    | ✓                  | ✓         | 7          | 2         | 0.0642              | 0.0253 |
| 7            | <i>Melanerpes aurifrons</i>    | Carpintero cheje    | ✓                  | ✓         | 9          | 1         | 0.0826              | 0.0127 |
| 8            | <i>Minus gilvus</i>            | Cenzontle tropical  | ✓                  | ✓         | 11         | 12        | 0.1009              | 0.1519 |
| 9            | <i>Pitangus sulphuratus</i>    | Luis Bienteveo      | ✓                  | ✓         | 17         | 7         | 0.1560              | 0.0886 |
| 10           | <i>Quiscalus mexicanus</i>     | Zanate              | ✓                  | ✓         | 12         | 20        | 0.1101              | 0.2532 |
| 11           | <i>Trogon melanocephalus</i>   | Trogón cabeza negra | ✓                  | -----     | 15         | -----     | 0.1376              | 0.0000 |
| 12           | <i>Tyrannus couchi</i>         | Tirano silvador     | ✓                  | ✓         | 10         | 4         | 0.0917              | 0.0506 |
| 13           | <i>Zenaida asiatica</i>        | Paloma alas blanca  | -----              | ✓         | -----      | 5         | 0.0000              | 0.0633 |
| <b>Total</b> |                                |                     | <b>11</b>          | <b>10</b> | <b>109</b> | <b>79</b> |                     |        |

En cuanto al Índice de Shannon para el grupo de aves en la UAC se registra un valor de 3.330, siendo mayor que el registrado para el ACUSTF, la cual presenta un valor de 2.8939. Así mismo la UAC registra una equidad de 0.9627, mientras que en el ACUSTF es de 0.8711. Finalmente, el Índice de Sorensen nos indica que la comunidad de aves entre la UAC y del ACUSTF, presentan una similitud del 76.19%, compartiendo un total de 8 especies (Tabla 6. 8). Las especies registradas en el ACUSTF que no fueron registradas en la UAC corresponden a *Cyanocorax yucatanicus* y *Zenaida asiática*.

**Tabla 6. 8. Comparativa de diversidad, equidad y similitud para las aves de la UAC respecto del ACUSTF.**

|        | Índice de Shannon | Diversidad máxima H max | Equidad de Pielou | Índice de Sorensen |
|--------|-------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|
| UAC    | 3.3307            | 3.4594                  | 0.9628            | 76.19%             |
| ACUSTF | 2.8940            | 3.3219                  | 0.8712            |                    |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

Con base en la información presentada se puede determinar que, para el grupo de las aves, la UAC es más diversa que el ACUSTF, presentando una diversidad considerada como alta, mientras que el ACUSTF sería considerada como baja. Con relación a la equidad se puede observar que en general, para ambas áreas de análisis, todas las especies son igualmente abundantes. En cuanto a la similitud, el análisis nos indica que en su mayoría las especies registradas en el ACUSTF, también pueden ser encontradas en la UAC, así mismo es de considerarse que la distribución de las especies que únicamente se registran en el ACUSTF, presentan una distribución amplia, de acuerdo a la literatura consultada (Tabla 6. 9), por lo que no se pondrá en riesgo ni se comprometerá la diversidad local o de la UAC para el grupo de las aves. Aunado a lo anterior se debe considerar que las aves son especies de fácil desplazamiento, no obstante, el Proyecto considera entre sus medidas de prevención y mitigación de impactos, la implementación del Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, en el que se establecen diversas acciones para garantizar la protección de la fauna silvestre que habita en el área definida para el cambio de uso de suelo.

**Tabla 6. 9. Distribución de las especies de aves existentes en el ACUSTF que no fueron registradas en la UAC.**  
 Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.

| Nombre común       | Nombre científico             | Distribución  | Enlace  |
|--------------------|-------------------------------|---|---|
| Chara azul         | <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán  | <a href="https://enciclovida.mx/especies/35985-cyanocorax-yucatanicus">https://enciclovida.mx/especies/35985-cyanocorax-yucatanicus</a> |
| Paloma alas blanca | <i>Zenaida asiática</i>       | Baja California, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Cd. de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán | <a href="https://enciclovida.mx/especies/35841-zenaida-asiatica">https://enciclovida.mx/especies/35841-zenaida-asiatica</a>             |





**Tabla 6. 12. Distribución de la especie de mamífero existente en el ACUSTF que no fue registrada en la UAC. Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.**

| Nombre común | Nombre científico               | Distribución  | Enlace  |
|--------------|---------------------------------|---|---|
| Zorra gris   | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Baja California, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Cd. de México, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas | <a href="https://enciclovida.mx/especies/33745-urocyon-cinereoargenteus">https://enciclovida.mx/especies/33745-urocyon-cinereoargenteus</a> |

### 6.2.2.3. Reptiles

De acuerdo con la riqueza de especies, se registraron un total de 3 especies y 9 individuos, para la UAC y 3 especies con 4 individuos para el ACUSTF. Conforme a la abundancia relativa, se tiene que tanto para la UAC como para el ACUSTF la especie con más alto valor es *Basiliscus vittatus* (Tabla 6. 13). La única especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con la categoría de amenazada, corresponde con *Boa constrictor*, la cual estuvo presente en ambas áreas de análisis.

**Tabla 6. 13. Comparativa de las especies de reptiles presentes en la UAC y el ACUSTF, registros y abundancia relativa.**

| No           | Nombre Científico          | Nombre Común | Presencia/ausencia |          | Registros |          | Abundancia relativa |        |
|--------------|----------------------------|--------------|--------------------|----------|-----------|----------|---------------------|--------|
|              |                            |              | UAC                | ACUSTF   | UAC       | ACUSTF   | UAC                 | ACUSTF |
| 1            | <i>Basiliscus vittatus</i> | Tolock       | ✓                  | ✓        | 7         | 2        | 0.7778              | 0.5000 |
| 2            | <i>Boa constrictor</i>     | Boa          | ✓                  | ✓        | 1         | 1        | 0.1111              | 0.2500 |
| 3            | <i>Bothrops asper</i>      | Nauyaca      | ✓                  | -----    | 1         | -----    | 0.1111              | 0.0000 |
| 4            | <i>Oxybeles fulgidus</i>   | Bejuquilla   | -----              | ✓        | -----     | 1        | 0.0000              | 0.2500 |
| <b>Total</b> |                            |              | <b>3</b>           | <b>3</b> | <b>9</b>  | <b>4</b> |                     |        |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

En cuanto al Índice de Shannon para el grupo de reptiles en la UAC se registra un valor de 0.9864, siendo menor que el registrado para el ACUSTF, el cual presenta un valor de 1.500. Así mismo la UAC registra una equidad de 0.6224, mientras que en el ACUSTF es de 0.9464. Finalmente, el Índice de Sorensen nos indica que la comunidad de reptiles entre la UAC y del ACUSTF, presentan una similitud del 66.66%, compartiendo un total de 2 especies (Tabla 6. 14). La única especie registradas en el ACUSTF que no fue registrada en la UAC corresponde a *Oxybeles fulgidus*.

**Tabla 6. 14. Comparativa de diversidad, equidad y similitud para los reptiles de la UAC respecto del ACUSTF.**

|        | Índice de Shannon | Diversidad máxima H max | Equidad de Pielou | Índice de Sorensen |
|--------|-------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|
| UAC    | 0.9864            | 1.5850                  | 0.6224            | 66.66%             |
| ACUSTF | 1.5000            | 1.5850                  | 0.9464            |                    |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

Con base en la información presentada se puede determinar que, para el grupo de los reptiles, el ACUSTF es más diversa que la UAC, presentando ambas una diversidad considerada como baja. Con relación a la equidad se puede observar que para el ACUSTF, ésta se registra con un valor más alto que para la UAC, 0.9464 contra 0.6224, lo cual indica que el ACUSTF presenta una mayor equidad en la abundancia de especies. En cuanto a la similitud, el análisis nos indica que en su mayoría las especies registradas en el ACUSTF, también pueden ser encontradas en la UAC, así mismo es de considerarse que la distribución de la especie que únicamente se registra en el ACUSTF, presenta una distribución amplia, de acuerdo a la literatura consultada (Tabla 6. 15), por lo que no se pondrá en riesgo ni se comprometerá la diversidad local o de la UAC para el grupo de reptiles. Aunado a lo anterior se debe considerar que el Proyecto contempla la conservación de 40.50% de su superficie, por lo que estas especies podrán desplazarse a esta área en donde encontrarán refugio permanente o temporal, no obstante lo anterior, el Proyecto también considera entre sus medidas de prevención y mitigación de impactos, la implementación del Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, en el que se establecen diversas acciones para garantizar la protección de la fauna silvestre que habita en el área definida para el cambio de uso de suelo, con especial énfasis en las especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las de lento desplazamiento.

**Tabla 6. 15. Distribución de la especie de reptil existente en el ACUSTF que no fue registrada en la UAC.**  
Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.

| Nombre común | Nombre científico        | Distribución  | Enlace  |
|--------------|--------------------------|---|---|
| Bejuquilla   | <i>Oxybeles fulgidus</i> | Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán | <a href="https://enciclovida.mx/especies/27000-oxybelis-fulgidus">https://enciclovida.mx/especies/27000-oxybelis-fulgidus</a> |

#### 6.2.2.4. Anfibios

De acuerdo con la riqueza de especies, se registraron un total de 3 especies y 8 individuos, para la UAC y 2 especies con 5 individuos para la ACUSTF. Conforme a la abundancia relativa, se tiene que tanto para la UAC como para la ACUSTF la especie con más alto valor es *Smilisca baudinii* (Tabla 6. 16). Cabe señalar que ninguna especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 6. 16. Comparativa de las especies de anfibios presentes en la UAC y el ACUSTF, registros y abundancia relativa.**

| No           | Nombre Científico                | Nombre Común    | Presencia/ausencia |          | Registros |          | Abundancia relativa |        |
|--------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|----------|-----------|----------|---------------------|--------|
|              |                                  |                 | UAC                | ACUSTF   | UAC       | ACUSTF   | UAC                 | ACUSTF |
| 1            | <i>Smilisca baudinii</i>         | Rana trepadora  | ✓                  | ✓        | 4         | 3        | 0.5000              | 0.6000 |
| 2            | <i>Chanus marinus</i>            | Sapo / much     | ✓                  | ✓        | 3         | 2        | 0.3750              | 0.4000 |
| 3            | <i>Leptodactylus melanonotus</i> | Rana de charcos | ✓                  | -----    | 1         | -----    | 0.1250              | 0.0000 |
| <b>Total</b> |                                  |                 | <b>3</b>           | <b>2</b> | <b>8</b>  | <b>5</b> |                     |        |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

En cuanto al Índice de Shannon para el grupo de reptiles en la UAC se registra un valor de 1.405, siendo mayor que el registrado para el ACUSTF, el cual presenta un valor de 0.971. Así mismo la UAC registra una equidad de 0.886, mientras que en el ACUSTF es de 0.971. Finalmente, el Índice de Sorensen nos indica que la comunidad de anfibios entre la UAC y del ACUSTF, presentan una similitud del 80%, compartiendo un total de 2 especies (Tabla 6. 17). Todas las especies registradas en el ACUSTF también fueron registradas en la UAC.

**Tabla 6. 17. Comparativa de diversidad, equidad y similitud para los anfibios de la UAC respecto del ACUSTF.**

|        | Índice de Shannon | Diversidad máxima H max | Equidad de Pielou | Índice de Sorensen |
|--------|-------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|
| UAC    | 1.4056            | 1.5850                  | 0.8869            | 80%                |
| ACUSTF | 0.9710            | 1.0000                  | 0.9710            |                    |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

Con base en la información presentada se puede determinar que, para el grupo de los anfibios, la UAC es más diversa que el ACUSTF, presentando ambas una diversidad considerada como baja. Con relación a la equidad se puede observar que en general, para ambas áreas de análisis, todas las especies son igualmente abundantes. En cuanto a la similitud, el análisis nos indica que todas las especies registradas en el ACUSTF, también pueden ser encontradas en la UAC, por lo que no se pondrá en riesgo ni se comprometerá la diversidad local o de la UAC para el grupo de anfibios. Aunado a lo anterior se debe considerar que el Proyecto contempla la conservación de 40.50% de su superficie, por lo que las especies afectadas por el cambio de uso de suelo podrán desplazarse a esta área en donde encontrarán refugio permanente o temporal, no obstante lo anterior, el Proyecto también considera entre sus medidas de prevención y mitigación de impactos, la implementación del Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, en el que se establecen diversas acciones para garantizar la protección de la fauna silvestre que habita en el área definida para el cambio de uso de suelo, con especial énfasis en las especies consideradas como de lento desplazamiento.

### **Medidas por aplicar a la fauna**

Debido a que para la construcción del Proyecto es necesario llevar a cabo la eliminación total de la vegetación presente en la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo forestal, se verán afectados los sitios de alimentación y/o de paso de algunas de las especies de fauna silvestre, por lo que a fin de salvaguardar los recursos faunísticos de la zona, en el Programa de Rescate, Reubicación y Manejo de Especies de Flora y Fauna Silvestre (Capítulo VII), se detallan las acciones, técnicas y tiempos a realizar sobre este factor ambiental, entre los que destacan:

1. Minimizar los impactos ambientales sobre la fauna silvestre amenazada y de lento desplazamiento a través del rescate y reubicación para su protección.
2. Efectuar recorridos previos antes de cualquier actividad, para la identificación y ubicación y señalamiento de posibles nidos y madrigueras con actividad.
3. Rescatar la mayor cantidad posible de individuos de las especies protegidas y de lento desplazamiento, que habiten en el área a intervenir por el Proyecto.
4. Trasladar (o relocalizar) los individuos capturados a ambientes similares que no serán sometidos a modificaciones en el mediano o largo plazo.
5. Ahuyentamiento de individuos de especies de aves y mamíferos medianos a grandes.
6. Realizar la manipulación de las especies faunísticas rescatadas, mediante la implementación de técnicas específicas para cada grupo.

7. Efectuar la reubicación de los individuos, en sitios previamente seleccionados de acuerdo con los criterios técnicos y biológicos que permitan proporcionar las condiciones idóneas para su subsistencia.
8. Colocar letreros en distintos frentes de trabajo, así como en las principales áreas de acceso a la zona del Proyecto alusivo a la presencia de fauna y su protección.

Aunado a la implementación y ejecución del programa previamente mencionado se llevarán a cabo las medidas de mitigación siguientes:

1. Las actividades de desmonte se llevarán a cabo en zonas de menor a mayor densidad de vegetación con el fin de permitir el desplazamiento de fauna.
2. Evitar la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad indicada en el Proyecto, realizar trabajos únicamente en las áreas autorizadas para cambio de uso de suelo forestal.
3. Se prohibirán las actividades de caza, colecta, pesca, tráfico de especies y/o cualquier otra actividad que perjudique de manera directa a las especies de fauna silvestre de la zona.
4. Se establecerá un límite de velocidad máxima para evitar la mortalidad de la fauna terrestre por atropellamiento.
5. Quedará estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de la Ley General de Vida Silvestre.
6. Se concientizará y/o capacitará a los trabajadores sobre la importancia del cuidado de la fauna silvestre.

La implementación de estas medidas tiene como objetivo minimizar al máximo la posible afectación a la fauna silvestre que se pudiera originar por la implementación del Proyecto, así como fomentar la permanencia de las especies presentes mediante acciones de mejoramiento del hábitat de la zona, igualmente se pretende involucrar y capacitar a un grupo de trabajadores a fin de que conozcan la forma de detectar las diferentes especies de animales presentes y cuál debe ser su comportamiento ante tal eventualidad, con el fin de que el personal sepa actuar en caso de encuentros fortuitos de ejemplares que se desplacen a las zonas de trabajo.

### **Conclusión**

Con base en los resultados obtenidos de los análisis realizados a la información técnica presentada, respecto a la riqueza de especies, abundancia relativa e índices de diversidad, equitatividad y similitud de los grupos faunísticos registrados en el área definida para el cambio de uso de suelo (ACUSTF) respecto de la unidad de análisis de la cuenca (UAC), se observa que ambas áreas de análisis registran una riqueza similar y que la mayoría de las especies que se verán afectadas por esta actividad, se encuentran altamente representadas dentro de la unidad de análisis de la cuenca (UAC) determinada para el Proyecto, presentando para algunos grupos, valores superiores de diversidad y abundancia.

Así mismo, es importante señalar que el cambio de uso de suelo solo se realizará en un 59% (10.66 ha) de la superficie total del Proyecto (17.92 ha), considerando una superficie de conservación de 41% (7.26 ha), por lo que las especies podrán desplazarse a esta área en donde encontrarán refugio permanente o temporal. Con relación a las especies registradas únicamente en el ACUSTF, que no se encuentran en la UAC, se aplicarán las medidas de mitigación necesarias, al momento de la ejecución del Proyecto, para garantizar que estas especies, así como las consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, las de lento desplazamiento y en general todas las especies, no se pongan en riesgo y sean protegidas, lo cual se hará a través de

la implementación del Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, entre otras medidas ya señaladas en este apartado.

Por todo lo anterior, se considera y establece que las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como la ejecución del proyecto NO pondrán en riesgo a las especies de fauna que se distribuyen en la zona del proyecto y mucho menos a nivel cuenca.

Por lo tanto y con base en los distintos razonamientos expresados con anterioridad, se considera que se da cumplimiento y se encuentra acreditado el primer supuesto establecido en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, **en cuanto a que, con lo especificado queda demostrado técnicamente que con el desarrollo del Proyecto y la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales en cuestión no afectará la permanencia y continuidad de las poblaciones de las especies de fauna silvestre existentes, y por lo tanto no se compromete la biodiversidad.**

### 6.3. NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DEL SUELO

De acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales (2008) de la SEMARNAT, se reconoce que prácticamente toda la Península de Yucatán está incluida dentro de una zona definida como nula en términos de erosión hídrica potencial ya que esta alcanza un valor menor a los 5 ton/Ha/año. Además de que la erosión eólica potencial alcanza el mismo valor solamente que este corresponde únicamente con la zona norte del estado Quintana Roo.

De manera adicional, en el mismo informe se registra la erosión hídrica y eólica generada en esta misma región en el 2002, por lo que se cataloga a la Península como una zona sin degradación aparente (Figura 6. 5 y Figura 6. 6).

Figura 6. 5. Niveles de erosión eólica en la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2008).

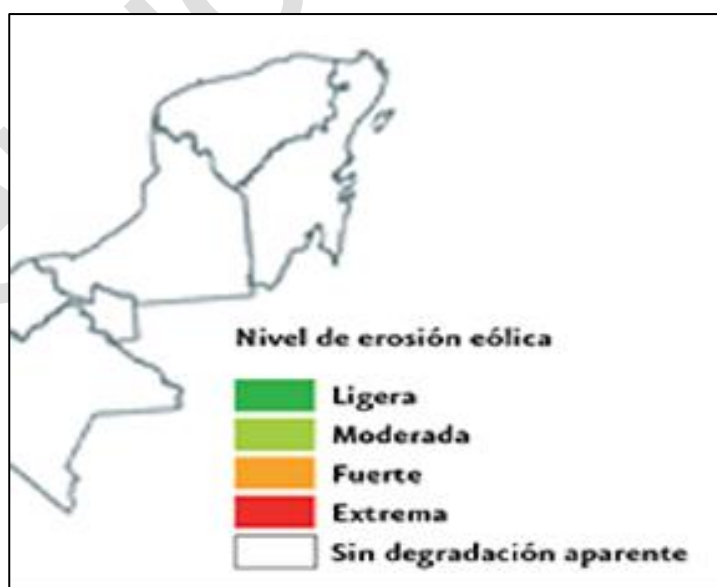


Figura 6. 6. Niveles de erosión hídrica en la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2008).



### Grado de erosión del suelo

En lo que respecta a las condiciones naturales del sitio, no presenta problemas de erosión, ya que no hay pendientes muy pronunciadas, ni escurrimientos provocados por cárcavas o grietas. De igual manera en el Proyecto se encuentra vegetación de selva mediana / vegetación secundaria en proceso de recuperación que protege la capa de suelo presente y contribuye a su formación.

De acuerdo con el plan maestro presentado en este estudio se tiene que la superficie sujeta a cambio de uso de suelo es de 10.66 ha, polígono que tiene forma irregular y presenta únicamente microelevaciones que le dan la apariencia de una superficie ondulada a sensiblemente plana. Además de acuerdo con el INE-SEMARNAT (2007) a esta región se le define como llanuras planas que se caracterizan por alcanzar una pendiente entre el 0-2.5%.

### Metodología

Para la estimación de la pérdida de suelo se utilizó el modelo predictivo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) simplificada de Martínez-Ménez (2005), tal como sigue:

Para estimar la EROSIÓN DEL SUELO se utiliza la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C P \quad (4.1)$$

Nota: Los factores C y P se consideran como modificables (tendrán un valor diferente en un escenario actual con vegetación forestal y otro posterior sin una vegetación o con una vegetación establecida (reforestación), sobre todo el factor C).

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha año  
R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr  
K = Erosionabilidad del suelo  
LS = Longitud y Grado de pendiente  
C = Factor de vegetación  
P = Factor de prácticas mecánicas

La EROSIÓN POTENCIAL se estimó con la siguiente ecuación:

$$E_p = R K L S \quad (4.2)$$

Nota: Los factores se consideran como inmodificables.

Aplicando la ecuación anterior se pudo estimar los diferentes escenarios de erosión bajo diferentes condiciones. De esta forma, se calculó la erosión natural (sin CUSTF, sin proyecto y bajo las condiciones actuales), la erosión potencial (con CUSTF y sin medidas antierosivas), y la erosión esperada (con CUSTF, proyecto y medidas antierosivas), tal como se puede observar en los siguientes apartados:

## Resultados

En el presente apartado se presentan los resultados obtenidos del estudio de erosión del suelo realizado para el proyecto. El estudio en extenso puede ser consultado en el Anexo 6.1.

### • Estimación de la erosión actual (sin proyecto y con cubierta foresta)

Considerando que R es igual a 13,069.92, que K es igual a 0.02, que LS es igual a 0.1, que C es igual a 0.01 (referente a la presencia de vegetación nativa y suelo natural con nivel de productividad moderada) y P es igual a 1.00 (no existe en la zona obras y prácticas de protección del suelo y del agua) como fueron determinados previamente. Por lo que, para estimar la erosión anual actual (Erosión natural) es necesaria determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas (que en nuestro caso no existe actualmente, ya que no requiere de cierto modo al no tener pendientes muy inclinadas en la región) para reducir la erosión, de tal forma que si usamos la ecuación (4.1) podemos obtener la erosión actual que sería de:

$$E_a = (13,069.92) (0.02) (0.1) (0.01) (1.00)$$

$$E_a = 0.1006 \text{ t/ha año}$$

Con base a lo anterior, se puede indicar que la pérdida de suelo en condiciones de campo natural a lo largo de un año, es de 0.1006 t/ha año. Es decir, anualmente de manera natural se pierde una lámina de suelo de 0.0101 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Esta condición natural es clara y coherente, debido a que en el predio bajo estudio, la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo; siendo esta una de las principales funciones de la vegetación de la selva.



- **Estimación de la erosión potencial (con proyecto, sin vegetación y sin medidas antierosivas)**

Considerando que R es igual a 13,069.92, que K es igual a 0.02 y que LS es igual a 0.1 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (4.2), de la siguiente manera:

$$E_p = (13,069.92) (0.02) (0.1)$$

$$E_p = 10.0557 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que de llevarse a cabo el CUSTF (no existir cobertura vegetal) por el Proyecto (suelo desnudo) y no se tengan prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 10.0557 t/ha por año de suelo, lo que significa que anualmente se pierda una lámina de suelo de 1.0056 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

- **Estimación de la erosión esperada (con proyecto y medidas antierosivas)**

Al llevarse a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF) y establecer un uso diferente al forestal, es importante plantear la aplicación de medidas antierosivas o medidas para la protección y conservación del suelo y el agua en el área del proyecto. Lo anterior con la finalidad de contribuir a la protección del suelo y la captura del agua en la región, todo con miras en la sustentabilidad de los proyectos.

Por lo anterior el Proyecto plantea medidas antierosivas consistentes en el establecimiento de un factor de protección de la vegetación (C) y factor de prácticas mecánicas (P), tal como siguen:

**Factor de protección de la vegetación (C):** El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote o parcela con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0. Por ejemplo, cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta.

Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6. 18. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.

| Cultivo                           | Nivel de Productividad. |          |      |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|------|
|                                   | Alto                    | Moderado | Bajo |
| Maíz                              | 0.54                    | 0.62     | 0.80 |
| Maíz labranza cero                | 0.05                    | 0.10     | 0.15 |
| Maíz rastrojo                     | 0.10                    | 0.15     | 0.20 |
| Algodón                           | 0.30                    | 0.42     | 0.49 |
| Pastizal                          | 0.004                   | 0.01     | 0.10 |
| Alfalfa                           | 0.020                   | 0.050    | 0.10 |
| Trébol                            | 0.025                   | 0.050    | 0.10 |
| Sorgo grano                       | 0.43                    | 0.55     | 0.70 |
| Sorgo grano rastrojo              | 0.11                    | 0.18     | 0.25 |
| Soya                              | 0.48                    |          |      |
| Soya después de maíz con rastrojo | 0.18                    |          |      |
| Trigo                             | 0.15                    | 0.38     | 0.53 |
| Trigo rastrojo                    | 0.10                    | 0.18     | 0.25 |
| Bosque natural                    | 0.001                   | 0.01     | 0.10 |
| Sabana en buenas condiciones      | 0.01                    | 0.54     |      |
| Sabana sobrepastoreada            | 0.1                     | 0.22     |      |
| Maíz - sorgo, Mijo                | 0.4 a 0.9               |          |      |
| Arroz                             | 0.1 a 0.2               |          |      |
| Algodón, tabaco                   | 0.5 a 0.7               |          |      |
| Cacahuete                         | 0.4 a 0.8               |          |      |
| Palma, cacao, café                | 0.1 a 0.3               |          |      |
| Piña                              | 0.1 a 0.3               |          |      |

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno y en las áreas destinadas para tal fin, existirá después del establecimiento del Proyecto una vegetación secundaria (producto de la sucesión de la vegetación de selva mediana subperennifolia, por la reforestación con plantas nativas que se llevaría a cabo en las colindancias del área de afectación) como la que actualmente se encuentra presente; pero con un nivel de productividad baja ( $C = 0.10$ ). Asimismo, en los suelos totalmente desprovistos de vegetación y desnudos presentes dentro de las áreas de conservación del Proyecto serán elegidos como sitios para la reubicación de suelo orgánico recuperado de las áreas de CUSTF, en donde se llevará a cabo de igual modo la labranza de conservación (los residuos triturados de la vegetación del área sometida a CUSTF serán dispuestos sobre el suelo desnudo en las áreas elegidas para la reforestación) para de último aplicarse actividades de reforestación con plantas nativas de la región con el objetivo de coadyuvar la protección del suelo y formación de la misma en la región.

Con todo lo anteriormente propuesto es de indicarse el siguiente valor de C:

**C = 0.10 Bosque natural con nivel de productividad baja**

**Factor de prácticas mecánicas (P):** Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para alcanzar pérdidas de suelo que estén por debajo de los niveles máximas permisibles en el país.

El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión. Los valores de P que se utilizan para diferentes prácticas y obras como el surcado al contorno, surcos con desnivel, surcos perpendiculares a la pendiente, fajas al contorno, terrazas de formación sucesiva construidas en terrenos de diferentes pendientes y las terrazas de banco, tal como se puede observar a continuación:

**Tabla 6. 19. Factor de P utilizado para diferentes prácticas y obras de conservación del suelo y agua.**

| Práctica                             | Valor de P |
|--------------------------------------|------------|
| Surcado al contorno                  | 0.75-0.90  |
| Surcos rectos                        | 0.80-0.95  |
| Franjas al contorno*                 | 0.60-0.80  |
| Terrazas (2-7 % de pendiente)        | 0.50       |
| Terrazas (7-13 % de pendiente)       | 0.60       |
| Terrazas (mayor de 13 %)             | 0.80       |
| Terrazas de Banco                    | 0.10       |
| Terrazas de Banco en contrapendiente | 0.05       |

Es importante notar que la eficiencia que se logra con el uso de las prácticas mecánicas es menor que la que se alcanza con el uso de la vegetación y el manejo del cultivo; sin embargo, cuando se combinan el uso de la vegetación y la práctica mecánica (en caso de aplicar para la región) existe un efecto combinado. Para determinar el efecto de las prácticas de manejo y de las obras de conservación del suelo, es necesario seleccionar las prácticas de manejo de la vegetación y, como última instancia se realizarían las obras y prácticas de conservación del suelo y agua.

También es importante mencionar que las obras señaladas en la tabla de arriba no aplican en la región por una serie de particularidades entre las más importantes: la ausencia de pendientes pronunciadas y la ausencia de corrientes de agua superficial; por lo que, con base a lo anterior es de indicarse que no se realizaran ninguna de las obras arriba señaladas. Por lo que el valor de P sería la siguiente:

**P = 1.00 Ninguna obra de protección y conservación del suelo y del agua**

Sustituyendo los valores de C y P en la ecuación lineal de erosión del suelo permite tener el siguiente valor de erosión:

$$Em = (13,069.92) (0.02) (0.1) (0.10) (1.00)$$

$$Em = 1.0056 \text{ t/ha año}$$

Como se puede observar, en caso de llevarse a cabo el CUSTF; pero con la aplicación de medidas antierosivas (aplicables en la región) para la protección y conservación del suelo y el agua se tendría un valor promedio en la pérdida de suelo anual de 1.0056 t/ha\*año en el área del proyecto.

Lo anterior significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 0.1006 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. No obstante, la erosión que se llegará a presentar como producto del CUSTF no será superior a la erosión máxima permisible en México, que es de 10 ton/ha año. Por lo tanto, en ningún momento estará provocando la degradación del suelo de la región.

A manera de resumen se tienen los siguientes escenarios en cuanto a la erosión del suelo en el área de estudio:

**Tabla 6. 20. Escenarios de la tasa de erosión en el área de estudio por hectárea y área de CUSTF.**

| Escenarios  | Pérdida de Suelo (t/ha*año) | Pérdida de Suelo (t/ 10.66 ha*año) |
|---|-----------------------------|------------------------------------|
| Situación actual (sin proyecto)                     | 0.1006                      | 1.0719                             |
| Situación con proyecto y sin prácticas antierosivas | 10.0557                     | 107.1908                           |
| Situación con proyecto y prácticas antierosivas     | 1.0056                      | 10.7191                            |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

Como se puede observar en el área de CUSTF de darse una erosión de suelo sería en una tasa de 10.7191 t/año que representa el 10% de la pérdida potencial del suelo en la región.

**Tabla 6. 21. Pérdida neta del suelo por motivo del CUSTF y volumen a mitigar.**

| Escenario                           | Pérdida de Suelo (t/ha*año) | Pérdida de Suelo (t/10.66 ha*año) |                  |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Diferencia neta de pérdida de suelo | 9.9552                      | 106.1189                          | <b>A MITIGAR</b> |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

Asimismo, en la tabla anterior se puede observar que en el área pretendida para el CUSTF se espera una pérdida neta de suelo en un volumen de 106.1189 toneladas\*año (107.1908-1.0719= 106.1189 t/10.66 ha\*año) y este será el volumen a MITIGAR para que el Proyecto sea sostenible y viable ambientalmente.

No obstante, el Proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el mantenimiento de áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa (aunque dentro de estas se encuentran algunas áreas con suelo desnudo), recuperación del suelo en áreas de CUSTF (10.66 ha) y su posterior reubicación en áreas reforestación (mitigación). Este material edafológico será utilizado para las actividades de reforestación que se realizaran en el área de estudio.

Es decir, no obstante a que el Proyecto no provocará la pérdida del suelo y de no tener el valor máximo permitido de suelo (10 ton.ha.año) para algunas regiones del país (principalmente en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas; ya que en el área de estudio se tendrá una pérdida máxima de 1.0056 ton.ha.año, aun así, el Proyecto contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región mediante el mantenimiento de áreas de conservación (en algunas áreas con suelo desnudo del área de conservación y corredor biológico) en donde se reubicarán el suelo recuperado del área de CUSTF en zonas que lo ameriten y en donde posteriormente se realizarán actividades de reforestación con plantas nativas.



recuperado del área de CUSTF en zonas que lo ameriten y en donde posteriormente se realizarán actividades de reforestación con plantas nativas.

La aplicación de las diferentes medidas de mitigación y antierosivas (mantenimiento de áreas de conservación con suelo y vegetación nativa, la recuperación del suelo en áreas de CUSTF y su posterior reubicación en áreas reforestación) PREVENDRÁN y MITIGARÁN la pérdida de 106.1189 toneladas\*año de suelo (Leptosol Réndzico-Lítico) en el predio bajo estudio.

Es claro que en condiciones naturales se da un proceso de arrastre y pérdida de suelos, sin embargo, al realizar el Proyecto se puede dar un incremento de esta pérdida en las primeras etapas, sin embargo, con la aplicación de medidas tendientes a reducir estos efectos, se reduce completamente es pérdida de suelos. Por lo que para garantizar que no se provocará la erosión de estos en el área sujeta a cambio de uso de suelo, que en este caso es de 10.66 ha, por lo que se proponen acciones tales como:

- Se realizará la colecta de tierra vegetal para utilizarla en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la demás resultante será incorporada a las áreas verdes del proyecto como parte de proceso de enriquecimiento del suelo.
- No se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área del proyecto. Estos trabajos se realizarán en talleres establecidos para tal fin.
- El manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo, contaminándolo.
- Para evitar la defecación al aire libre se instalarán servicios sanitarios para uso obligatorio de los trabajadores, evitando así la contaminación al suelo (a razón de 1 por cada 25 trabajadores).
- El desmonte se realizará en una sola acción, pero de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y el agua.
- Los residuos sólidos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto serán manejados por empresas particulares contratadas para tal fin.
- Los residuos sólidos producto de la etapa de preparación del sitio que se generen por los trabajadores como papel, bolsas de plástico, latería, pet, etc., serán colectados y transportados fuera del área del Proyecto, estos se depositarán en los centros de acopio municipales o en los lugares que para tal fin designen las autoridades.
- Se instalará letreros alusivos para prohibir el uso del fuego y químicos dentro del área del Proyecto.

**Por todo lo anterior señalado se demuestra que con la ejecución del CUSTF y construcción del proyecto, no se provocará la erosión del suelo, como se señala en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

#### **6.4. NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCION EN SU CAPTACION.**

De acuerdo con los estudios hidrológicos del estado (INEGI 2002), y la Comisión Nacional del Agua, la zona correspondiente a la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A (subcuenca d), se caracteriza por tener precipitaciones promedio del orden de los 1200 mm anuales, así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y el relieve de este que es sensiblemente plano (0.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta al a evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del Proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Estos procesos determinan que en la región no existan ríos superficiales y que todo el drenaje sea subterráneo dirigiéndose desde los sitios de recarga hacia la descarga litoral de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, por otra parte, la hidrología superficial del predio del proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, se considera que el municipio ubicado dentro de la Cuenca 32A cuenta con una superficie de 2'128,054.31 m<sup>2</sup> (212,805.45 ha), así mismo y de acuerdo con la caracterización municipal se distribuyen distintos tipos de vegetación.

De acuerdo con los datos señalados y tomando en consideración únicamente los ecosistemas de Selva Mediana subperennifolia y la Vegetación secundaria derivada de la misma, se registra que para el municipio estos ambientes alcanzan cobertura en una superficie combinada de 174,449.85 has. Asimismo, estas zonas se encuentran cubiertas de vegetación natural, lo que facilita que el agua de lluvia se percole libremente, contribuyendo a la formación y recuperación del acuífero.

En este sentido, el proyecto afectará 10.66 hectáreas, lo que representa tan solo un 0.00611063867% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio. Además, el proyecto mantendrá una cobertura natural o de conservación del orden de los 40.48%, que incluye la vegetación nativa además de las áreas permeables correspondientes del mismo.

## Metodología

Para la estimación del volumen de infiltración del agua en el área de estudio se utilizó la siguiente ecuación lineal:

$$\text{Infiltración} = (P - ETR) At - Ve$$

Dónde:

P= Precipitación ( $m^3/m^2/año$ )

ETR= Evapotranspiración ( $m^3/m^2/año$ )

Ve= Volumen de escurrimiento ( $m^3/año$ )

At= Área de la parcela de estudio ( $m^2$ )

## VARIABLES PARA EL CÁLCULO DE INFILTRACIÓN

### Precipitación

La precipitación es cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío, etc. (Bateman, 2007).

Para obtener los datos climatológicos de **PRECIPITACIÓN y TEMPERATURA** del área de estudio se requirió consultar la base de datos de la Estación Meteorológico 00023163 PLAYA DEL CARMEN para el periodo de 1951-2010, que es la más cercana al área de estudio.

### Evapotranspiración (ETR)

Se denomina evapotranspiración al conjunto de pérdidas físicas (evaporación) y biológicas (transpiración de las plantas) del suelo en vapor de agua. Se expresa en mm por unidad de tiempo. Depende de factores de orden climático (radiación, humedad del aire, viento), relativos a las plantas (cubierta vegetal) y edáficos (tipo de suelo, estado de humedad del suelo); por lo que, es conveniente distinguir entre evapotranspiración efectiva (cantidad de agua realmente trasferida a la atmosfera) y evapotranspiración potencial (cantidad máxima, teórica, de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación y constantemente abastecido de agua). En relación con las precipitaciones recogidas, la ETP se usa como un indicador de humedad o aridez climática ([http://www.ign.es/espmmap/mapas\\_clima\\_bach/pdf/Clima\\_Mapa\\_08texto\\_corregido.pdf](http://www.ign.es/espmmap/mapas_clima_bach/pdf/Clima_Mapa_08texto_corregido.pdf)).

Para el cálculo de la **EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETR)** se utilizó el método de Thornthwaite.

Los cálculos de Thornthwaite (1948) están basados en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes. El método es muy empleado en Hidrología y en la estimación del balance hídrico para Climatología e Hidrología de cuencas (Almorox-Alonso, 2007).

Este método calcula el uso consuntivo mensual como una función de las temperaturas medias mensuales mediante las siguientes fórmulas:

$$ETP = 16 \left[ 10 \left( \frac{T}{I} \right) \right]$$



Dónde:

ETP= Evapotranspiración potencial (mm)

T= Temperatura media (°C)

I= Índice de calor

$\alpha = 0.000000675 I^3 - 0.0000771 I^2 + 0.01792 I + 0.49239$

El índice de calor se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$I = \sum_{j=1}^{12} i_j$$

Dónde:

$i = (T/5)^{1.514}$

### Volumen de Escurrimiento

El valor del **VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO (Ve)** se calculó mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$Ve = (P) (At)(Ce)$$

Dónde:

Ve= Volumen medio anual de escurrimiento (m3)

P= Precipitación anual (m3)

Ce= Coeficiente de escurrimiento anual

At= Área total para el drenaje del suelo o parcela de estudio (m2)

Una vez con los datos de los parámetros necesarios para el cálculo de la infiltración en el área de estudio se procedió a aplicar la ecuación lineal presentada al inicio, cuyos resultados más importantes se presenta a continuación.

### Resultados

En el presente apartado se presentan los resultados obtenidos del estudio de infiltración realizado para el proyecto. El estudio en extenso puede ser consultado en el Anexo 6.2.

La estación meteorológica de PLAYA DEL CARMEN permitió tener los siguientes valores de PRECIPITACIÓN para el área de estudio:

En la siguiente tabla se muestra los registros de precipitación mensual y anual media registradas a través de monitoreos en la estación 00023163 PLAYA DEL CARMEN en un lapso de tiempo de 59 años (1951-2010) para el área de estudio (<https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=qroo>).

**Tabla 6. 23. Registros de la precipitación media anual del área de estudio.**

| Mes          | Precipitación Media (mm)                 |
|--------------|--|
| ENERO        | 61.2                                     |
| FEBRERO      | 50.5                                     |
| MARZO        | 28.1                                     |
| ABRIL        | 51.2                                     |
| MAYO         | 78.1                                     |
| JUNIO        | 153.0                                    |
| JULIO        | 126.3                                    |
| AGOSTO       | 126.3                                    |
| SEPTIEMBRE   | 168.8                                    |
| OCTUBRE      | 284.3                                    |
| NOVIEMBRE    | 130.3                                    |
| DICIEMBRE    | 73.1                                     |
| <b>Anual</b> | <b>1,331.2 mm = 1.3312 m<sup>3</sup></b> |

Como se mencionó en párrafos anteriores, la precipitación pluvial anual media para la zona del proyecto es de 1,331.2 mm (1.3312 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/año). Los meses con mayor precipitación pluvial ha sido octubre, septiembre y junio con una precipitación media mensual de 284.3, 168.8 y 153.0 mm, respectivamente. Mientras que los meses con menos precipitación han sido marzo, febrero y abril con 28.1, 50.5 y 51.2 mm.

Los valores de EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP) fueron calculados de la siguiente manera:

**Tabla 6. 24. Temperatura media mensual y anual del área de estudio.**

| Mes          | Temperatura Media (°C) |
|--------------|------------------------|
| ENERO        | 22.8                   |
| FEBRERO      | 23.4                   |
| MARZO        | 24.3                   |
| ABRIL        | 26.1                   |
| MAYO         | 27.3                   |
| JUNIO        | 27.9                   |
| JULIO        | 28.0                   |
| AGOSTO       | 28.0                   |
| SEPTIEMBRE   | 27.9                   |
| OCTUBRE      | 26.3                   |
| NOVIEMBRE    | 24.4                   |
| DICIEMBRE    | 23.4                   |
| <b>Anual</b> | <b>25.8</b>            |

Las temperaturas medias mensuales de la tabla anterior sirvieron para calcular el índice de calor, cuyo resultado se puede observar a continuación:

**Tabla 6. 25. Cálculo del índice de calor (I) para el área de estudio.**

| Mes          | T        | i               |
|--------------|----------|-----------------|
| ENERO        | 22.8     | 9.9466          |
| FEBRERO      | 23.4     | 10.3455         |
| MARZO        | 24.3     | 10.9539         |
| ABRIL        | 26.1     | 12.2054         |
| MAYO         | 27.3     | 13.0650         |
| JUNIO        | 27.9     | 13.5022         |
| JULIO        | 28.0     | 13.5755         |
| AGOSTO       | 28.0     | 13.5755         |
| SEPTIEMBRE   | 27.9     | 13.5022         |
| OCTUBRE      | 26.3     | 12.3473         |
| NOVIEMBRE    | 24.4     | 11.0222         |
| DICIEMBRE    | 23.4     | 10.3455         |
| <b>Anual</b> | <b>I</b> | <b>144.3868</b> |

Una vez obtenidas y aplicadas las variables anteriores se pueden obtener los siguientes parámetros y variables de interés:

**Tabla 6. 26. Variables obtenidas y utilizadas en el cálculo del ETP del área de estudio en donde se pretende el CUSTF.**

| Variables  |  |
|------------|--|
| T          | 25.8                                   |
| I          | 144.4                                  |
| $\alpha$   | 3.5                                    |
| <b>ETP</b> | <b>122.6 mm = 0.1226 m<sup>3</sup></b> |

El resultado del cálculo del VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO ( $V_e$ ) indica lo siguiente:

Los valores del coeficiente de escurrimiento utilizados para el presente estudio fueron de  $C_e = 0.30$  para las áreas actualmente forestales con cobertura de Vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia y suelo Leptosol Rendzinico-Lítico con textura media y plana; mientras, que para las cubiertas superficiales que se tendrán en el área de CUSTF (áreas selladas con pavimento y concreto) tendrán un valor de  $C_e = 0.65$ , tal como como sigue:

**Tabla 6. 27. Coeficientes de escurrimiento ( $C_e$ ) de diferentes materiales en el área de captación.**

| Uso de Suelo y Pendiente del Terreno | Textura del Suelo |       |      |
|--------------------------------------|-------------------|-------|------|
|                                      | Gruesa            | Media | Fina |
| <b>Bosque</b>                        |                   |       |      |
| Plano (0-5% pendiente)               | 0.10              | 0.30  | 0.40 |
| Ondulado (6-10% pendiente)           | 0.25              | 0.35  | 0.50 |
| Escarpado (11-30% pendiente)         | 0.30              | 0.50  | 0.60 |
| <b>Pastizales</b>                    |                   |       |      |
| Plano (0-5% pendiente)               | 0.10              | 0.30  | 0.40 |
| Ondulado (6-10% pendiente)           | 0.16              | 0.36  | 0.55 |
| Escarpado (11-30% pendiente)         | 0.22              | 0.42  | 0.60 |
| <b>Terrenos cultivados</b>           |                   |       |      |
| Plano (0-5% pendiente)               | 0.30              | 0.50  | 0.60 |
| Ondulado (6-10% pendiente)           | 0.40              | 0.60  | 0.70 |

| Uso de Suelo y Pendiente del Terreno | Textura del Suelo |       |      |
|--------------------------------------|-------------------|-------|------|
|                                      | Gruesa            | Media | Fina |
| Escarpado (11-30% pendiente)         | 0.52              | 0.72  | 0.82 |

**Tabla 6. 28. Coeficientes de escurrimiento (Ce) de diferentes materiales en el área de captación.**

| Tipo de captación                          | Ce        |
|--|-----------|
| Cubiertas superficiales                    |           |
| <i>Concreto</i>                            | 0.6-0.8   |
| <i>Pavimento</i>                           | 0.5-0.6   |
| <i>Geomembrana de PVC</i>                  | 0.85-0.90 |
| Azotea                                     |           |
| <i>Azulejos, teja</i>                      | 0.8-0.9   |
| <i>Hojas de metal acanaladas</i>           | 0.7-0.9   |
| Orgánicos (hojas con barro)                | <0.2      |
| Captación en tierra                        |           |
| <i>Suelo con pendientes menores al 10%</i> | 0.0-0.3   |
| <i>Superficies naturales rocosas</i>       | 0.2-0.5   |

Como se puede notar, para este caso, se utilizaron dos Ce: cuando el suelo se encuentra cubierto por vegetación forestal de selva mediana subperennifolia, pendiente plano de 0.6% y suelo con textura media (0.30). Cuando se recubre dicha superficie con pavimento y concreto por las obras tales, como de caminos y obras civiles del proyecto pretendido (0.65).

De todos los datos anteriormente presentados se obtuvieron las siguientes variables importantes para el cálculo del Ve:

P= 1,331.20 mm (1.3312 m<sup>3</sup>)  
Ce= 0.30 (Áreas forestales con suelo de textura media y plana)  
Ce= 0.65 (Suelo sellado con Pavimento y Concreto)  
At= 106,597 m<sup>2</sup>

Las variables anteriores sirvieron para el cálculo del volumen de escurrimiento (Ve) en el área de CUSTF aplicando la siguiente formula:

$$Ve = (P) (At)(Ce)$$

Los resultados de la aplicación de la formula anterior se encuentran en las siguientes tablas:

**Tabla 6. 29. Volumen medio anual de escurrimiento (m3) en área de CUSTF antes del proyecto y después del establecimiento del proyecto.**

| CONDICIÓN  | Volumen Medio Anual de Escurrimiento (m <sup>3</sup> ) |
|--|--|
| Área pretendida para el CUSTF (forestal-antes del proyecto)                | 42,570.51  |
| Área sometida a CUSTF (obras de pavimento y concreto después del proyecto) | 92,236.11  |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

De acuerdo con lo anterior, se plantean los escenarios que se presentarían en las infiltraciones en el área pretendida para el CUSTF bajo el escenario sin el proyecto y con el proyecto sin tomar en cuenta las medidas de protección y conservación del agua, tal como se puede observar:

**Tabla 6. 30. Escenarios de la Infiltración actual en el área de CUSTF pretendida (sin proyecto) y con el proyecto (con CUSTF y establecimiento de obras de pavimento y concreto).**

| Parámetros                                  |           |                                     | Sin Proyecto     | Con Proyecto     | Diferencia Neta  |
|---|-----------|-------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| P   | 1.33      | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /año |                  |                  |                  |
| ETR   | 0.12      | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /año |                  |                  |                  |
| At  | 106,597   | m <sup>2</sup>                      |                  |                  |                  |
| Ve (área forestal)                          | 42,570.51 | m <sup>3</sup>                      |                  |                  |                  |
| Ve (suelo sellado con pavimento y concreto) | 92,236.11 | m <sup>3</sup>                      |                  |                  |                  |
| <b>Infiltración (m<sup>3</sup>/año)</b>     |           |                                     | <b>86,262.00</b> | <b>36,596.40</b> | <b>49,665.60</b> |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

La diferencia neta entre el volumen de infiltración con cobertura vegetal forestal (sin proyecto) y con suelo sellado con pavimento y concreto (con proyecto y sin medidas de protección y conservación del agua) es de 49,665.60 m<sup>3</sup>/año. Este último volumen representaría la pérdida neta de agua que se estaría dejando de percibir por motivo del CUSTF y sellamiento del suelo con obras de pavimento y concreto. Asimismo, este sería el volumen que SE TIENE QUE MITIGAR con la finalidad de hacer del proyecto sustentable y viable ambientalmente.

Para mitigar lo anterior, el Proyecto mantendrá áreas de conservación (área de conservación y corredor biológico) con suelo natural y vegetación nativa típica de la región; aunado a lo anterior, en ciertas partes de las áreas de CUSTF se seguirán llevando a cabo infiltración del agua en menor volumen. En conjunto todas estas prácticas prevendrán la pérdida en la captación de agua por infiltración de 95,319.06 m<sup>3</sup>/año, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 6. 31. Mitigación en la pérdida de filtración de agua en el área del Proyecto.**

| Condición   | Pérdida de Infiltración de Agua (m <sup>3</sup> /Año) en 10.659684 ha | Representatividad (%) |
|---|---|-----------------------|
| Total de infiltración a mitigar   | 49,665.60   | 100.00                |
|   |   |                       |
| Medida de Mitigación  | Infiltración de Agua Mitigada (m <sup>3</sup> /Año)                   | Representatividad (%) |
| Infiltración que se seguirá dando en las áreas selladas   | 36,596.40   | 73.69                 |
| Infiltración mitigada por la permanencia de áreas de compensación y mitigación (áreas de conservación y corredor biológico) | 58,722.66   | 118.24                |
| <b>Total mitigado</b>   | <b>95,319.06</b>  | <b>191.92</b>         |

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales

Como se puede observar con las medidas de mitigación aplicadas por el proyecto permitirán aminorar y mitigar completamente pérdida de la infiltración de agua por motivo del CUSTF y sellamiento del suelo.

## Conclusión

En el área sujeta a cambio de uso de suelo (10.66 has) que comprende el Proyecto, de acuerdo a la información proporcionada por la estación meteorológica más cercana al mismo (Playa del Carmen) presenta precipitaciones mayores de los 1000 mm, es decir 1,383.1 mm para el 2010, también en el no existen corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y al relieve del mismo que es sensiblemente plano (0.5%), considerándola como poco significativa.

De acuerdo con los estudios hidrológicos del estado (INEGI 2002), y la Comisión Nacional del Agua, la zona correspondiente a la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A (subcuenca "d"), se caracteriza por tener precipitaciones promedio del orden de los 1300 mm anuales, así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y el relieve del mismo que es sensiblemente plano (0.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del Proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Estos procesos determinan que en la región no existen ríos subterráneos y que todo el drenaje sea subterráneo dirigiéndose desde los sitios de recarga hacia la descarga litoral de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, por otra parte, la hidrología superficial del predio del Proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

La actual infiltración de agua (con suelo y vegetación natural) en el área pretendida para el CUSTF es de 86,262.00 m<sup>3</sup>/año. La infiltración disminuirá en caso de llevar a cabo el CUSTF, establecimiento del Proyecto (sellamiento del suelo) y sin medidas de protección-conservación del agua hasta un valor de 36,596.40 m<sup>3</sup>/año. Se tendrá una pérdida neta y un volumen de agua a mitigar por el proyecto de 49,665.60 m<sup>3</sup>/año.

Con la finalidad de hacer de este Proyecto uno sustentable y viable ambientalmente se plantea la aplicación de medidas de mitigación mediante la permanencia de áreas de conservación que logran mitigar completamente el volumen de agua que se perderá por motivo del CUSTF (49,665.60 m<sup>3</sup>/año) por el desarrollo del proyecto "Senderos Poniente". Lo anterior, indica que el aplicar las medidas de protección-conservación del agua y del suelo permitirá mitigar



- No habrá almacenamiento de combustibles en el lugar para evitar posibles accidentes con los derrames de estos productos.
- De tener la posibilidad de almacenamiento de combustible en la zona del Proyecto durante la etapa de preparación del sitio, este será a base de contenedores bajo condiciones adecuadas para evitar en la medida de lo posible un derrame.
- Se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.

Con referencia a la calidad del agua en la zona, se considera que, por el desarrollo del Proyecto, ésta no se verá afectada debido a los factores siguientes:

De acuerdo con el balance hidrológico del estado de Quintana Roo, existe gran disponibilidad de agua subterránea por lo que ésta alcanza un volumen disponible de alrededor de los 3,256 Mm<sup>3</sup>. De este valor tan solo se utiliza cerca de los 423 Mm<sup>3</sup>, lo que corresponde con un 13% del total de agua disponible (González-Canto, 2006). Asimismo, y de acuerdo con la CONAGUA (2011), se reconoce que en el acuífero de la Península de Yucatán se mantiene una excelente calidad del agua, lo cual está basado en el análisis de 3 parámetros principales:

- Demanda Química de Oxígeno (DBO5),
- Demanda Química de Oxígeno (DQO) y
- Sólidos Suspendidos Totales (SST).

No obstante, los retos a los cuales se enfrentan los organismos administradores del agua indican que se deberá evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo. Además de que se debe mantener una explotación controlada que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero.

En este sentido y a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del Proyecto, se habrán de promover acciones que no comprometan la modificación en la calidad del agua, como son:

- En primera instancia se hace mención que en la zona donde se ubicará el Proyecto de interés no existen pozos de captación ni se lleva a cabo al aprovechamiento de las aguas subterráneas.
- Además, y para evitar la contaminación de las aguas subterráneas se llevará a cabo la disposición adecuada de las aguas residuales generadas por los trabajadores durante la etapa de preparación del sitio del Proyecto.
- Se contará con un sanitario portátil a razón de 1 por cada 25 trabajadores, mismos que requerirán de labores de mantenimiento además de realizar de manera adecuada la disposición final de dichas aguas.
- De tener la posibilidad de almacenamiento de combustible en la zona del Proyecto durante la etapa de preparación del sitio, este será a base de contenedores bajo condiciones adecuadas para evitar en la medida de lo posible un derrame.
- Se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.



**Con el análisis de los datos anteriores se puede concluir que no se provocará el deterioro de la calidad del agua, ni la disminución en su captación de acuerdo a lo establecido en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable.**

## **6.5. LA DISMINUCIÓN EN LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN SE MITIGA**

La captura de carbono ( $\text{CO}_2$  atmosférico causante del Calentamiento Global) ocurre únicamente durante el desarrollo de los árboles, y se detiene cuando los árboles llegan a su madurez total.

Los árboles absorben dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) atmosférico junto con elementos en suelos y aire para convertirlos en madera que contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de  $\text{CO}_2$  que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Aproximadamente del 42% a 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura. Lo primordial es cuanto carbono ( $\text{CO}_2$ ) captura el árbol durante toda su vida.

Los árboles, al convertir el  $\text{CO}_2$  en madera, almacenan muy lentamente sólo una pequeña parte del  $\text{CO}_2$  que producimos en grandes cantidades por el uso de combustibles fósiles (petróleo, gasolina, gas, etc.) para el transporte y la generación de energía eléctrica en las actividades humanas que diariamente contaminan el medio ambiente. Después de varios años, cuando los árboles han llegado a su madurez total, absorben (capturan) únicamente pequeñas cantidades de  $\text{CO}_2$  necesarias para su respiración y la de los suelos.

El dióxido de carbono atmosférico ( $\text{CO}_2$ ) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El  $\text{CO}_2$  regresa a la atmósfera mediante la respiración de los árboles y las plantas, y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación).

Para calcular la captura de carbono es necesario conocer el período en cual el bosque alcanzará su madurez. Los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árboles, suelos, topografía y prácticas de manejo en el bosque. La acumulación de carbono en los bosques, llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. El punto de saturación se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo. Las prácticas para captura de carbono deben continuar, aún después de haber llegado al punto de saturación para impedir la emisión de carbono nuevamente a la atmósfera.

Plantas, humanos y animales, son formas de vida basadas en el carbono. Estas formas de vida utilizan energía solar para obtener el carbono que es necesario en la química de las células. Los árboles absorben  $\text{CO}_2$  a través de los poros en sus hojas. Y particularmente por la noche, los árboles emiten más  $\text{CO}_2$  del que absorben a través de sus hojas.

Una tonelada de carbono en la madera de un árbol o de un bosque, equivale a 3.5 toneladas aproximadamente de CO<sub>2</sub> atmosférico. Una tonelada de madera con 45% de carbono contiene 450 kg de carbono y 1575 kg de CO<sub>2</sub>. Árboles maduros, plantados a distancia de 5 metros forman bosque de 400 árboles por hectárea. Si cada árbol contiene 300 kg de carbono y 42% de la madera del árbol es carbono, esto significaría que cada árbol pesa 714 kg. En este caso, la captura de carbono sería de 120 toneladas por hectárea (400 x 714 x 42%).

Estimaciones sobre captura de carbono durante 100 años oscilan entre 75 y 200 toneladas por hectárea, dependiendo del tipo de árbol y de la cantidad de árboles sembrados en una hectárea. Es posible entonces asumir 100 ton de carbono capturado por hectárea, equivalente a 350 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea en 100 años.

Esto es una tonelada de carbono y 3.5 toneladas de CO<sub>2</sub> por año y por hectárea, sin tomar en cuenta la pérdida de árboles. Calculando la pérdida de árboles en 25% por hectárea, entonces la captura de carbono es de 75 ton/ha/año equivalente a 2.6 ton de CO<sub>2</sub> por año y por hectárea.

De acuerdo con el IPCC (1992 y 1995) y Montoya et al (1995), la deforestación mundial anual se calcula en 17 millones de hectáreas, lo que significa una liberación anual de cerca de 1.8 GTC3: lo que representa el 20% de las emisiones antropogénicas totales, esto quiere decir que una hectárea de selva madura al ser deforestada libera 105.88 toneladas de carbono.

Tomando en consideración todos estos datos, es innegable que el cambio de uso del suelo va a contribuir a la pérdida de la captura de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, tomando en consideración que la superficie a desmontar no es una superficie netamente selvática y que la vegetación existente en el lugar corresponde a una vegetación secundaria arbórea de selva mediana entonces podemos considerar que la pérdida de captura de CO<sub>2</sub> es de aproximadamente 2.6 ton/ha/año y de 0.75 toneladas de carbono /ha /año y que de acuerdo a la superficie que se solicita de cambio de uso del suelo (10.66 has), se calcula la pérdida de 27.71 ton/ha/año de CO<sub>2</sub> y de 7.99 ton/ha/año de carbono.

Por otra parte, se confirma que en la zona no existen, ni el Proyecto plantea el establecimiento de fuentes fijas emisoras de contaminantes a la atmósfera. Además de que no hay una industria establecida en el área. Por lo tanto, se confirma que las afectaciones que se habrá de generar son de carácter limitado, temporal y poco significativo, y que en realidad habrán de quedar referidas a las mismas emisiones de contaminantes que ya existen en la zona por el tráfico vehicular de la Riviera Maya. Asimismo, el Proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 7.26 ha (41%) que quedará en pie formando parte del Proyecto.

### **La generación de oxígeno**

Contrario a lo que pudiera pensarse, las plantas no son generadoras o productoras de oxígeno, ya que durante el proceso de la fotosíntesis ellos absorben CO<sub>2</sub> y liberan O, y lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias necesarias para las plantas, y de noche, no pueden "producir ni desechar" CO<sub>2</sub> ya que es lo que utilizan para la realización de la fijación del carbono y del ciclo de Calvin. Sin embargo, para su proceso natural de respiración ellas si necesitan el oxígeno y liberan el CO<sub>2</sub>, por lo que también son fuentes de liberación de CO<sub>2</sub> en la noche. Aunque parezca un poco contradictorio un árbol maduro se considera que tiene tasa cero en la captura y liberación de CO<sub>2</sub> y su liberación de oxígeno es menor a un árbol joven.

Los grandes liberadores de oxígeno son los mares que aportan el 70% del oxígeno existente en el planeta y los árboles que en total liberan el 30% restante.

Por tal motivo las plantas también compiten con los humanos por el oxígeno existente en el planeta, sin embargo, ellas han aprendido a utilizar menos de lo que absorben por lo que tienen más probabilidades de vivir más tiempo que los humanos que básicamente somos consumidores.

Por otra parte, se tiene que de acuerdo con datos proporcionados por el colegio Domingo Savio-Santa Rosa L P., las selvas liberan 6.67 toneladas de O<sub>2</sub> (oxígeno) por hectárea por año, por lo que, considerando estos datos, es innegable que el cambio de uso del suelo va a contribuir a la pérdida de la captura de O<sub>2</sub>. Sin embargo, si se toma en cuenta que la superficie a desmontar no es una superficie netamente selvática y si no que la vegetación existente en el lugar corresponde a una vegetación de selva mediana / vegetación secundaria entonces podemos considerar que la pérdida de O<sub>2</sub> por la superficie que representa (10.66 ha) será de 71.10 toneladas por hectárea por año.

La remoción de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo no afectará la generación de O<sub>2</sub>, en la zona donde se ubica el Proyecto de interés. En este caso, los efectos en la pérdida de generación de O<sub>2</sub>, no son considerados significativos, ya que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada desde hace muchos años por el desarrollo turístico de la Riviera Maya. Asimismo, el Proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 7.26 ha (41%) que quedará en pie formando parte de este.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que, si bien este servicio no será eliminado solo disminuido por consecuencia del cambio de uso de suelo, la disminución en la capacidad de almacenamiento de carbono en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación será mitigado, conforme a lo establecido en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

# DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B REGIONAL

## PROYECTO: SENDEROS PONIENTE



### *CAPÍTULO 7*

## CAPÍTULO 7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

### 7.1. INTRODUCCIÓN

El artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que:

*“Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, **así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.**”*

Por lo anterior, en el Capítulo 5 de este DTU-BR se identificaron, evaluaron y describieron los posibles efectos en los ecosistemas (impactos ambientales) que potencialmente podría ocasionar el Proyecto en su zona de influencia. Con base en este análisis se determinó la necesidad de definir medidas y estrategias integrales de manejo que permitan la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales que pudieran generarse.

Se trabajó conjuntamente con el promovente del Proyecto a partir de un planteamiento ecosistémico y con una visión metodológica integral que dio como resultado el **Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto Senderos Poniente (SMGA-SP)**, el cual se propone y somete a la consideración de la autoridad y que se describe en este capítulo, como un compromiso formal en la búsqueda de una implementación y desarrollo sustentable del Proyecto.

El Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto (**SMGA-SP**), es un instrumento operativo formado por un conjunto de reglas o principios que se encuentran racionalmente enlazados para cumplir los siguientes objetivos:

- Implementar las obras e infraestructura propuestas y llevar a efecto las operaciones y actividades relacionadas en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales involucrados, con la finalidad de que el proyecto tenga el carácter de un desarrollo residencial responsable y sustentable.
- Contar con un instrumento práctico e integral para llevar a efecto en tiempo y forma las medidas de manejo de impactos ambientales comprometidas por el Proyecto en el presente DTU-BR.
- Integrar en este instrumento mecanismos específicos y acciones programadas que permitan dar atención y estricto cumplimiento tanto a los criterios de manejo previstos en el Programa de Ordenamiento aplicable al proyecto, como a los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga al mismo en el caso de que sea autorizado.
- Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

## 7.2. SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN AMBIENTAL (SMGA)

El SMGA-SP, funciona a partir de Programas, definidos como series ordenadas de operaciones o actividades, dirigidos al cumplimiento de uno o varios objetivos generales. Cada Programa a su vez engloba series más pequeñas de acciones dirigidas hacia un objetivo particular denominados Subprogramas.

Las acciones propuestas pretenden prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados en el Capítulo 5, así como cualquier otro que pudiera ocurrir durante el desarrollo del Proyecto. Para identificar el tipo de acción de que se trate se han empleado los siguientes criterios de clasificación:

**De prevención (P):** acción que pretenden evitar efectos previsibles de deterioro ambiental<sup>1</sup>

**De mitigación (M):** acción que pretende atenuar los impactos ambientales.<sup>2</sup>

**De compensación (C):** acción que pretende igualar en sentido positivo los efectos negativos producidos al ambiente por el desarrollo del Proyecto.

Cabe resaltar que el **Proyecto Senderos Poniente** forma parte de Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”) que es un proyecto autorizado en materia de impacto ambiental y forestal. Como parte de la autorización de impacto ambiental, Ciudad Mayakoba, cuenta con un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental que abarca a todos los proyectos que se realicen dentro del mismo, este se exhibe en la Tabla 7. 1.

Tabla 7. 1. Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del proyecto Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”) autorizado.

| Programa                      | Clave | Subprograma                           | Clave   |
|-------------------------------|-------|---------------------------------------|---------|
| Supervisión Ambiental         | PSA   | Planificación y Gestión Ambiental     | PSA-PGA |
|                               |       | Supervisión Ambiental                 | PSA-SA  |
| Manejo Integral de Vegetación | PMIV  | Áreas de Conservación                 | PMIV-AC |
|                               |       | Áreas Verdes                          | PMIV-AV |
|                               |       | Vivero y Rescate                      | PMIV-VR |
|                               |       | Reforestación                         | PMIV-R  |
| Manejo Integral de Fauna      | PMIF  | Manejo y Rescate de Fauna             | PMIF-MR |
|                               |       | Control de Fauna Nociva               | PMIF-FN |
| Manejo Integral de Residuos   | PMIR  | Residuos Líquidos y Sanitarios        | PMIR-L  |
|                               |       | Residuos Sólidos                      | PMIR-S  |
|                               |       | Residuos Peligrosos                   | PMIR-P  |
| Difusión Ambiental            | PDA   | Educación y Capacitación Ambiental    | PDA-C   |
|                               |       | Imagen Ambiental y Señalamientos      | PDA-IS  |
| Monitoreo Ambiental           | PMA   | Monitoreo Calidad de Agua Subterránea | PMA-CAS |
|                               |       | Monitoreo de Vegetación               | PMA-V   |

<sup>1</sup> Capítulo I, Artículo 3º, Fracción XIII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental.

<sup>2</sup> Capítulo I, Artículo 3º, Fracción XIV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental.











| Norma Oficial Mexicana   | PMI  |      |      | PCME |    | BD  |      | PPACA |
|--|------|------|------|------|----|-----|------|-------|
|  | MIRS | MIRL | MIRP | CH   | AA | RSV | ARFT |       |
| <b>NOM-017-STPS-2008, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.</b> |      |      |      |      |    |     |      | X     |
| <b>NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.</b>                                      |      |      |      |      |    |     |      | X     |
| <b>NOM-003-SEGOB-2002, Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.</b>            |      |      |      |      |    |     |      | X     |

PMR: Programa de Manejo Integral de Residuos; MIRS: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos; MIRL: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos; MIRP: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial; PCME: Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas; CH: Subprograma de Conservación de Hábitat; AA: Subprograma de Arborización y A Jardinado; BD: Programa de Biodiversidad; RSV: Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación; ARFT: Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna; PPACA: Programa de Atención a Contingencias Ambientales; MIA: Programa de Manejo Integral del Agua.

### 7.3. PROGRAMAS DEL SMGA-SP

A continuación, se presentan los Programas y Subprogramas que conforman el SMGA del proyecto Senderos Poniente, y se describen sus objetivos y las medidas que los componen. Cabe señalar que, el Programa de Supervisión Ambiental funciona como un mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los Programas, para garantizar su funcionamiento y mejorar su efectividad, por lo que no tiene medidas específicas.

La relación entre los Programas y Subprogramas del SMGA-SP con los impactos sobre los que inciden se muestra en la Tabla 7. 4. Estas medidas serán aplicadas durante todas las etapas de desarrollo según se especifique. Ahí mismo se muestra el número de medidas que se aplicarán sobre cada impacto, indicando si se refieren a medidas de mitigación (m) o de prevención (p). Las medidas indirectas son las que no inciden sobre ningún impacto en particular, por lo que en la sumatoria de los renglones presentan un valor de cero.

**Tabla 7. 4. Matriz de Subprogramas del SMGA-SP e impactos negativos sobre los que inciden las acciones que engloban.** Se excluyen los Subprogramas del Programa de Supervisión Ambiental ya que inciden de manera indirecta sobre todos los impactos valorados. Prog: Programa. Subp: subprograma. PMR: Programa de Manejo Integral de Residuos; MIRS: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos; MIRL: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos; MIRP: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial; PCME: Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas; CH: Subprograma de Conservación de Hábitat; AA: Subprograma de Arborización y Ajardinado; BD: Programa de Biodiversidad; RSV: Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación; ARFT: Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna; PPACA: Programa de Atención a Contingencias Ambientales; MIA: Programa de Manejo Integral del Agua.

| Prog | Subp | Medida   | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje | Socioeconomía                   |   |   |   |   |            |            |       |
|------|------|--|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|
|      |      |  | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos |         | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica | Mitigación | Prevención | Total |
| PMR  | MIRS | Los residuos sólidos se deberán acopiar de manera separada de acuerdo con su tipo en contenedores específicos en sus tres etapas de desarrollo.              |                       |                       |  |  |                           |                            | P                                  |                         |                                  | p                          | p  |         |                                 |   |   |   | 0   | 4          | 4          |       |
|      |      | Se deberán colocar contenedores para residuos sólidos apropiados para cada tipo de residuo en diversas áreas del proyecto cercanas a los frentes de trabajo. |                       |                       | P                                      |  |                           |                            |                                    | P                       |                                  |                            | p  | p       |                                 |   |   |   |   | 0          | 5          | 5     |
|      |      | Elaboración de composta con los residuos orgánicos de las áreas verdes.  |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    | P                       | m                                |                            | p  | p       |                                 |   |   |   |   | 1          | 3          | 4     |

| Prog | Subp | Medida  | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   |            |            |       |  |   |   |   |
|------|------|---|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|--|---|---|---|
|      |      |   | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica | Mitigación | Prevención | Total |  |   |   |   |
|      |      | Los residuos inorgánicos reciclables deberán acopiarse por separado de acuerdo con su tipo. Se deben colocar limpios y compactados para ser recolectados por la empresa elegida, la cual deberá encontrarse debidamente autorizada. |                       |                       |  |  |                           |                            | P                                  |                         |                                  | p                          | p  |                                 |   |   |   |   | m          |            |       |  | 1 | 3 | 4 |
|      |      | Los residuos inorgánicos reciclables y no reciclables se deberán acopiar en instalaciones apropiadas.   |                       |                       |  |  |                           |                            | P                                  |                         |                                  | p                          | p  |                                 |   |   |   |   | m          |            |       |  | 1 | 3 | 4 |

| Prog | Subp | Medida   | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   |            |            |
|------|------|--|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|
|      |      |  | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica | Mitigación | Prevención |
|      |      | Los residuos de origen vegetal producto de las labores de desmonte y despalde, serán triturados para utilizarlos dentro de las áreas verdes del proyecto. Mientras que durante la etapa operativa y de mantenimiento se acopiarán en el vivero dándole el tratamiento adecuado para transformarlos en composta que se utilizará en las áreas verdes comunes. | m                     |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   | 1   | 0          | 1          |
|      |      | Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuadas para la separación de residuos.   |                       |                       |  |  |                           | P                          |                                    | p                       | p                                |                            |  |                                 |   |   |   | 0   | 3          | 3          |
|      |      | Mantener humedecido y cubierto con lonas todo el material en forma de polvo que se   |                       |                       |  |  |                           | P                          | P                                  | p                       | p                                |                            | p  |                                 |   |   |   | 0   | 5          | 5          |

| Prog | Subp | Medida   | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   | Mitigación | Prevención | Total |   |
|------|------|--|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|---|
|      |      |  | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica |            |            |       |   |
|      |      | utilice, produzca o transporte.  |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   |            |            |       |   |
|      |      | Mantener en buen estado el equipo y maquinaria                                   |                       |                       | M                                      |  |                           |                            | p                                  | p                       |                                  |                            |  |                                 | p   |   |   |   |            | 1          | 3     | 4 |
|      |      | Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos                             |                       |                       |  |  |                           | P                          |                                    | p                       | p                                |                            |  |                                 | p   |   |   |   |            | 0          | 4     | 4 |
|      |      | No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendidos innecesariamente           |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    | p                       | p                                |                            |  |                                 |   |   |   |   |            | 0          | 2     | 2 |
|      |      | Riego periódico en zonas de generación de polvos.                                |                       |                       |  |  |                           | P                          |                                    |                         | p                                | p                          |  |                                 | p   |   |   |   |            | 0          | 4     | 4 |
|      |      | Transporte y disposición final de los residuos sólidos por empresas acreditadas. |                       |                       |  |  |                           | P                          |                                    |                         | p                                | p                          |  |                                 | p   |   |   |   |            | 0          | 4     | 4 |







| Prog | Subp | Medida  | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   |            |            |
|------|------|---|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|
|      |      |   | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica | Mitigación | Prevención |
|      |      | Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo. |                       |                       |  |  |                           | P                          |                                    | p                       | p                                |                            |  | m                               |   |   |   | 1   | 3          | 4          |
|      |      | Se promoverá entre los residentes el uso de productos químicos biodegradables en la limpieza de baños, cocinas y demás instalaciones.                               | p                     | p                     | P                                      |  | p                         | P                          |                                    |                         | p                                |                            |  |                                 | m   |   |   | 1   | 6          | 7          |
|      | MIRP | Confinamiento temporal de los residuos peligrosos según su tipo en un almacén con las características requeridas por  |                       |                       | p                                      |  | p                         | p                          |                                    | p                       | p                                |                            |  | p                               | m   |   |   | 1   | 6          | 7          |

| Prog | Subp | Medida  | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   | Mitigación | Prevención | Total |   |
|------|------|---|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|---|
|      |      |   | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica |            |            |       |   |
|      |      | las autoridades competentes.  |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   |            |            |       |   |
|      |      | Embalaje y etiquetado adecuado de los contenedores de residuos peligrosos previo a su almacenamiento y registro en bitácora |                       |                       | P                                      | p  |                           | P                          |                                    |                         | p                                | p                          |  |                                 | p   | m   |   |   |            | 1          | 6     | 7 |
| CME  | CH   | Delimitación física de las áreas de conservación del proyecto.  | p                     | p                     | P                                      |  | p                         |                            | P                                  |                         |                                  |                            |  | p                               |   |   |   |   |            | 0          | 6     | 6 |
|      |      | Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo                               | p                     | p                     | P                                      |  | p                         |                            | P                                  |                         |                                  |                            |  | p                               |   |   |   |   |            | 0          | 6     | 6 |
|      |      | Erradicación de especies exóticas invasoras.  | m                     | m                     | M                                      | m  | m                         |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   |            | 5          | 0     | 5 |
|      |      | Colocación de señalamientos   | p                     | p                     | P                                      |  | p                         |                            | P                                  |                         |                                  |                            |  |                                 | p   |   |   |   |            | 0          | 5     | 4 |

| Prog | Subp | Medida  | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   | Mitigación | Prevención | Total |
|------|------|---|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|
|      |      |   | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica |            |            |       |
|      |      | El equipo y vehículos, solo se desplazará dentro de los límites del área autorizada para el cambio de uso de suelo                                | p                     | p                     | P                                      |  | p                         |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   | 0          | 4          | 4     |
|      |      | Colocación de pasos de agua o puentes en vialidades y otras áreas en donde se requieran para mantener la continuidad del flujo hidrológico.       |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  | m                          |  | m                               |   |   |   |   | 2          | 0          | 2     |
|      |      | Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas presentes en el predio y su zona de influencia a empleados y usuarios del proyecto. |                       |                       |  |  |                           |                            | P                                  |                         |                                  | p                          |  | p                               |   | m   | p   |   | 1          | 4          | 5     |
|      |      | Implementación de reglamentos internos para la conservación y buen uso de los recursos.   | p                     | p                     | P                                      |  | p                         | P                          |                                    |                         |                                  | p                          |  |                                 |   |   | p   |   | 0          | 7          | 7     |
|      |      | Promover la implementación de ecotecnologías  |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  | m                          |  |                                 |   | m   |   |   | 2          | 0          | 2     |

| Prog | Subp | Medida   | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   | Mitigación | Prevención | Total |   |
|------|------|--|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|---|
|      |      |  | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica |            |            |       |   |
|      |      | Construcción de senderos o andadores interpretativos en áreas de conservación  | m                     |                       | M                                      | m  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   | p   |   |            | 3          | 1     | 4 |
|      |      | Control de la iluminación  | m                     |                       | M                                      | m  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   | p   |   |            | 3          | 1     | 4 |
|      |      | El manejo y control de mosquitos y otros insectos se realizará por medio de técnicas de bajo impacto ambiental.                                  | m                     |                       | P                                      |  |                           |                            | P                                  |                         | p                                | p                          |  |                                 |   |   |   |   |            | 1          | 4     | 5 |
|      |      | Eliminación de fauna feral en el predio del proyecto.  |                       |                       | M                                      |  | m                         |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   |            | 2          | 0     | 2 |
|      |      | Control de fauna nociva con métodos de bajo impacto ambiental  |                       |                       | M                                      |  | m                         | P                          |                                    | p                       | p                                | p                          |  |                                 |   |   |   |   |            | 2          | 4     | 6 |
|      | AyA  | Se dejarán en pie los individuos arbóreos de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas del predio destinadas a jardines y áreas verdes. | p                     | p                     |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  | p                               |   |   |   |   |            | 0          | 3     | 3 |

| Prog | Subp | Medida   | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   | Mitigación | Prevención | Total |   |
|------|------|--|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|---|
|      |      |  | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica |            |            |       |   |
|      |      | Uso preferencial de especies nativas y propias de los ecosistemas reportados en la caracterización florística del predio, para el diseño de las áreas verdes y ajardinadas del proyecto.   | m                     | m                     |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  | m                               |   |   |   |   |            | 3          | 0     | 3 |
|      |      | Evitar el uso de especies exóticas consideradas invasoras por la CONABIO para el diseño de los jardines y áreas verdes del proyecto.   | m                     | m                     |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  | m                               |   |   |   |   |            | 3          | 0     | 3 |
|      |      | Uso exclusivo de individuos que procedan de las labores de rescate de vegetación del predio o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, para llevar a cabo las labores de reforestación y ajardinado del | m                     | m                     |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   |            | 2          | 0     | 2 |

| Prog | Subp | Medida   | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   | Mitigación | Prevención | Total |   |
|------|------|--|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|---|
|      |      |  | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica |            |            |       |   |
|      |      | proyecto, de tal forma que quede verificada su legal procedencia.  |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   |            |            |       |   |
|      |      | Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST y solo en caso necesario. | p                     | p                     |  |  |                           | P                          |                                    | p                       | p                                |                            |  |                                 |   |   |   |   |            | 0          | 5     | 5 |
| BD   | RV   | Rescate de ejemplares de plantas en las áreas de aprovechamiento del proyecto.   | m                     | m                     | M                                      |  | m                         |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   |            | 4          | 0     | 4 |
|      |      | Mantenimiento de plantas rescatadas en el vivero.  | p                     | p                     |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   |            | 0          | 2     | 2 |

| Prog | Subp | Medida  | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   | Mitigación | Prevención | Total |
|------|------|---|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|
|      |      |   | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica |            |            |       |
|      |      | Propagación de los ejemplares que no podrán ser trasplantados encontrados en las áreas de aprovechamiento del proyecto. | m                     | m                     |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            | m  |                                 |   |   |   |   | 3          | 0          | 3     |
|      |      | Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del proyecto.          | p                     | p                     |  |  |                           |                            | P                                  |                         | p                                | p                          |  |                                 | p   |   |   |   | 0          | 6          | 6     |
|      |      | Recuperación de tierra vegetal  |                       |                       |  |  |                           |                            | P                                  |                         | p                                |                            |  |                                 |   |   |   |   | 0          | 2          | 2     |
|      | RF   | Rescate de ejemplares de vertebrados en las áreas de aprovechamiento del proyecto.                                      |                       |                       | P                                      |  | p                         |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   | 0          | 2          | 2     |
|      |      | Habilitación de un sitio de confinamiento y asistencia temporal de individuos de fauna vulnerables                      |                       |                       |  | P  |                           | m                          |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   | 1          | 1          | 2     |
|      |      | Definición del procedimiento a seguir para el manejo de especies peligrosas en las                                      |                       |                       |  |  | p                         |                            | m                                  |                         |                                  |                            |  |                                 | p   |   |   |   | 1          | 2          | 3     |



| Prog | Subp | Medida  | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   | Mitigación | Prevención | Total |   |
|------|------|---|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|---|
|      |      |   | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica |            |            |       |   |
|      |      | instalaciones del proyecto.   |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   |            |            |       |   |
| PAC  |      | Se deberá contar con personal capacitado en el manejo de contingencias                                      | m                     |                       | M                                      |  |                           |                            | M                                  |                         |                                  | m                          | m  | m                               | m   | p   |   |   | p          | 7          | 2     | 9 |
|      |      | Se deberá contar con material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias ambientales. | m                     |                       | M                                      |  |                           |                            | M                                  |                         |                                  | m                          | m  | m                               | m   | p   |   |   |            | 7          | 1     | 8 |
|      |      | Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del proyecto.                | p                     |                       | P                                      |  |                           |                            | P                                  |                         |                                  | p                          | p  | p                               | p   | p   |   |   |            | 0          | 8     | 8 |
|      |      | Creación de un comité de atención a contingencias ambientales   | p                     |                       | P                                      |  |                           |                            | P                                  |                         |                                  | p                          | p  | p                               | p   | p   |   |   |            | 0          | 8     | 8 |
|      |      | Señalización  | m                     |                       | M                                      |  |                           |                            | M                                  |                         |                                  | m                          | m  | m                               | m   | m   |   |   |            | 8          | 0     | 8 |
| MIA  |      | Las vialidades y áreas de aprovechamiento no techadas estarán recubiertas con                               |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            | m  |                                 |   |   |   |   | 1          | 0          | 1     |   |

| Prog    | Subp | Medida  | Vegetación            |                       | Fauna                                  |  |                           | Suelo                      |                                    | Aire                    |                                  | Agua                       |  | Paisaje                         | Socioeconomía                               |   |   |   | Mitigación | Prevención | Total |
|---------|------|---|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------|------------|-------|
|         |      |   | Pérdida de individuos | Rescate de individuos | Pérdida o desplazamiento de individuos | Disponibilidad de sitios de tránsito para individuos | Reubicación de individuos | Contaminación por residuos | Pérdida de la estructura del suelo | Contaminación por ruido | Contaminación por gases y polvos | Contaminación por residuos | Aumento en la demanda de recursos hídricos | Modificación visual del paisaje | Impacto a la salud humana por contaminación | Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá | Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores | Generación de empleos directos e indirectos y derrama económica |            |            |       |
|         |      | materiales permeables   |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  |                            |  |                                 |   |   |   |   |            |            |       |
|         |      | Drenaje pluvial separado del drenaje sanitario                      |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         | p                                | p                          |  |                                 |   |   |   |   | 0          | 2          | 2     |
|         |      | Colocación de canaletas para el aprovechamiento de agua pluvial     |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         |                                  | p                          |  |                                 |   |   |   |   | 0          | 1          | 1     |
|         |      | Promover la implementación de ecotecnologías para el ahorro de agua |                       |                       |  |  |                           |                            |                                    |                         | m                                | p                          |  |                                 |   |   |   |   | 1          | 1          | 2     |
| Medidas |      | <b>Mitigación</b>   | 13                    | 6                     | 10                                     | 3  | 6                         | 3                          | 1                                  | 0                       | 3                                | 5                          | 5  | 7                               | 2   | 8   | 0   | 0   | 72         |            |       |
|         |      | <b>Prevención</b>   | 13                    | 11                    | 16                                     | 0  | 10                        | 26                         | 5                                  | 3                       | 24                               | 27                         | 7  | 7                               | 16  | 1   | 4   | 1   |            | 173        |       |
|         |      | <b>Total</b>  | 26                    | 17                    | 26                                     | 3  | 16                        | 29                         | 6                                  | 3                       | 27                               | 32                         | 12   | 14                              | 18  | 9   | 4   | 1   |            |            | 243   |

### 7.3.1. Programa de Supervisión Ambiental

El Programa de Supervisión Ambiental funciona como un mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los Programas, para garantizar su funcionamiento y mejorar su efectividad. El resto de los Programas y sus respectivos Subprogramas contienen medidas que inciden directamente sobre uno o varios de los impactos identificados, así como medidas que se enfocan en generar conciencia en los actores que producen dichos impactos y así disminuirlos.

Mediante la implementación de las acciones que permiten cumplir los objetivos de cada uno de los Programas y Subprogramas del SMGA-SP, se prevendrán o mitigarán los impactos identificados en el Capítulo 5 del este DTU-BR.

Sus objetivos son los siguientes:

- Supervisar el cumplimiento y/o ejecución de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores en las etapas de cambio de uso de suelo, construcción, operación y mantenimiento.
- Verificar que las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados establecidas en el SMGA se cumplan en tiempo y forma.
- Verificar que los cambios de uso de suelo se den de acuerdo al programa de obra comprometido por el proyecto y a los parámetros de modificación y aprovechamiento autorizados.
- Evaluar los cambios de uso de suelo en las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Para lograr los objetivos, los inspectores responsables deberán verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales del proyecto, incluyendo las medidas de mitigación que se comprometen en este DTU-BR, los criterios del Ordenamiento Ecológico correspondiente, las regulaciones dispuestas en el PPDU correspondiente y otros instrumentos de ordenamiento aplicables, así como lo establecido en la legislación y normatividad ambiental federal y estatal aplicables al proyecto y las disposiciones que pudiesen surgir de la autorización de la presente manifestación de impacto ambiental.

Para llevar a cabo adecuadamente la supervisión ambiental durante todas las etapas del proyecto, se deberán establecer acuerdos específicos con el responsable durante la etapa que corresponda, de tal forma que se garantice el cumplimiento de las obligaciones ambientales. Dicho responsable será también la vía de comunicación mediante la cual se dará atención a los requerimientos de la supervisión ambiental que necesiten autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales a las establecidas en este SMGA.

Como apoyo para facilitar la supervisión ambiental, el proyecto contará con un reglamento para los obreros, contratistas, prestadores de servicios y demás personal requerido durante las etapas de preparación y construcción, y otro para los propietarios que aplicará durante la etapa de operación y mantenimiento.

Sus acciones concretas son las siguientes:

| Programa de supervisión y vigilancia ambiental   |   |        |   |    |      |   |   |
|--|---|--------|---|----|------|---|---|
| Incidencia directa sobre impactos: No aplica   |   |        |   |    |      |   |   |
| Incidencia indirecta sobre impactos: Todos los enlistados en el Capítulo 5.  |   |        |   |    |      |   |   |
| Medidas  | Descripción   | Etapas |   |    | Tipo |   |   |
|  |   | P      | C | OM | P    | M | C |
| 1. Cumplimiento de obligaciones ambientales.   | <p>Consistirá en la verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del Proyecto, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las medidas de mitigación que se contemplan en el presente DTU-BR.</li> <li>• La legislación y normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto;</li> <li>• Las disposiciones que surjan en la autorización del DTU-BR, información adicional y/o complementaria.</li> </ul>  | X      | X | X  | X    | X |   |
| 2. Supervisión y monitoreo ambiental en apego al programa del Proyecto.  | <p>Consistirá en el establecimiento de acuerdos específicos para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales durante las diferentes etapas del proyecto. Se dará seguimiento al cumplimiento en tiempo y forma de las determinaciones contempladas en los procesos de planeación y gestión, a través del responsable de la obra. Se deberá poner especial atención a la identificación de cambios que requieran autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales, asegurando la menor afectación ambiental.</p> <p>Asimismo, se contemplan acciones de monitoreo ambiental en apego al programa del Proyecto (Capítulo 2).</p>   | X      | X | X  | X    | X |   |
| 3. Generación de reportes de cumplimiento.   | <p>Descripción: Consistirá en la presentación por escrito de los resultados de la supervisión del proyecto durante cada una de sus etapas. Se deberán incluir evaluaciones cuantitativas de desempeño del proyecto basadas en el número de acciones efectivas llevadas a cabo en tiempo y forma, número de sanciones recibidas por el Proyecto, número de reconocimientos en material ambiental o de desarrollo socio-cultural recibidos por el Proyecto, número de certificaciones en materia ambiental obtenidas por el Proyecto. Los reportes de cumplimiento deberán estar sustentados en la información vertida en las bitácoras de los Programas del SMGA, así como en la bitácora de supervisión, las cuales deberán estar disponibles para su revisión por las autoridades competentes cuando lo requieran.</p> | X      | X | X  | X    | X |   |
| Indicadores de desempeño   |   |        |   |    |      |   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lista de chequeo de obligaciones ambientales.</li> <li>2. Calendario ambiental.</li> <li>3. Agenda ambiental.</li> <li>4. Porcentaje de cumplimiento de términos y condicionantes.</li> <li>5. Número de informes de cumplimiento de términos y condicionantes ingresados a la autoridad en tiempo y forma.</li> </ol> |   |        |   |    |      |   |   |

### 7.3.1. Programa de Manejo Integral de Residuos

En el capítulo 5 de este DTU-BR se identificó a la contaminación del suelo y la del agua (hidrología) como impactos negativos que podrían ser generados por el proyecto debidos al mal manejo de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos (modificación de la calidad). De ahí que, para disminuir ese riesgo el SMGA incluye el Programa de Manejo Integral de Residuos.

Sus objetivos son:

- Reducir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al agua que pudieran ocurrir durante cualquier etapa de desarrollo del proyecto;
- Implementar medidas que aseguren que el proyecto se apega a la legislación aplicable en materia de residuos.

Para lograr los objetivos planteados el Programa se ha dividido en tres Subprogramas que atienden cada uno a una categoría de residuos diferente según la clasificación manejada en la legislación vigente.

#### 7.3.1.1. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos

Este Subprograma está conformado por 16 medidas y sus objetivos son:

- Garantizar que el manejo de los residuos sólidos generados por el proyecto se apege a lo establecido en la legislación vigente.
- Disminuir el riesgo de contaminación al suelo y al agua debido a los residuos sólidos generados por el desarrollo del proyecto.

La incidencia del subprograma sobre los diferentes impactos valorados para el proyecto, se muestran a continuación.

| Programa de manejo integral de residuos  |
|--|
| Subprograma de manejo integral de residuos sólidos   |
| <b>Incidencia directa sobre impactos:</b> Contaminación por residuos (factor agua), Contaminación por residuos (factor suelo), y Pérdida de individuos (vegetación).                         |
| <b>Incidencia indirecta sobre impactos:</b> Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores, Modificación visual del paisaje y Pérdida o ahuyentamiento de individuos (fauna). |

Las diferentes acciones que se implementarán como parte de este subprograma son:

| Acción 1   | P | C | O |
|--|---|---|---|
| <b>Los residuos sólidos se deberán acopiar de manera separada de acuerdo con su tipo en contenedores específicos en sus tres etapas de desarrollo.</b> | x | x | x |
| Indicadores de desempeño:  |   |   |   |
| • <b>Presencia de contenedores con tapa señalizados para cada tipo de residuo sólido en cada frente de trabajo</b>                                     | x | x | x |

Durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, los residuos sólidos generados se deberán acopiar de manera separada en contenedores según se especifica en la Tabla 7. 5.

| <b>Acción 2</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| <b>Se deberán colocar contenedores para residuos sólidos apropiados para cada tipo de residuo en diversas áreas del proyecto cercanas a los frentes de trabajo.</b>                               | x        | x        |          |
| Indicadores de desempeño:   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Presencia de contenedores de material y tamaño adecuados para el tipo y volumen de residuos a generar ubicados en cada frente de trabajo</b></li> </ul> | x        | x        | x        |

Durante la etapa de operación se promoverá entre los propietarios la separación de residuos sólidos de acuerdo con la clasificación de la Tabla 7. 5 y se les incentivará para que participen en campañas de reciclaje realizadas de manera regular por el Municipio o que los envíen a sitios de reciclaje autorizados. Durante la etapa de operación se conminará a los propietarios de los lotes a instalar contenedores plásticos con tapa, de tamaño variable de acuerdo con el volumen de residuos que esperan generar.

| <b>Acción 3</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| <b>Elaboración de composta con los residuos orgánicos de las áreas verdes.</b>   | x        | X        | x        |
| Indicadores de desempeño:  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Volumen de composta generado por el proyecto de forma anual.</b></li> <li><b>Calidad de la composta generada por el proyecto, sin presencia de fauna nociva ni de malos olores.</b></li> </ul> | x        | x        | x        |

Durante las etapas de preparación y construcción, los residuos de origen vegetal que se generen y que podrán proceder de las labores de desmonte y despalle durante la etapa de preparación, de los residuos de los alimentos (no procesados) durante la construcción, o de las áreas verdes comunes durante la de operación, serán trasladados al vivero contemplado para el proyecto para la generación de composta. La composta generada se usará en las labores de reforestación y mejoramiento de las áreas verdes de Ciudad Mayakoba que lo requieran. Se invitará a los residentes a preparar composta casera a partir de los residuos orgánicos generados para el mejoramiento de sus áreas verdes.

| <b>Acción 4</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| <b>Los residuos inorgánicos reciclables deberán acopiarse por separado de acuerdo con su tipo. Se deben colocar limpios y compactados para ser recolectados por la empresa elegida, la cual deberá encontrarse debidamente autorizada.</b>     | x        | x        | x        |
| Indicadores de desempeño:  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Volumen o peso por tipo de residuo acopiado y entregados al recolector responsable.</b></li> <li><b>Comprobantes de entrega de residuos inorgánicos reciclables a la empresa elegida.</b></li> </ul> | x        | x        | x        |

Para disminuir el impacto ambiental de las obras y actividades mencionadas, siempre que sea posible ambiental, técnica y económicamente, se reutilizarán los materiales que se encuentren en buenas condiciones. La reutilización de dichos residuos deberá efectuarse sin que medie un proceso de transformación. En caso de que esto no sea posible los materiales reciclables tales como vidrio, papel y cartón, aluminio y plásticos se acopiarán de forma separada para poder canalizarse a empresas recicladoras debidamente autorizadas.

| <b>Acción 5</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| <b>Los residuos inorgánicos reciclables y no reciclables se deberán acopiar en instalaciones apropiadas.</b>  | x        | x        | x        |
| Indicadores de desempeño:   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>El proyecto cuenta con almacén de residuos sólidos con dimensiones y diseño que permita la separación adecuada de los residuos inorgánicos reciclables de los no reciclables.</b></li> <li>• <b>Los materiales, dimensiones y diseño del o los almacenes de residuos inorgánicos reciclables cumplen con las especificaciones solicitadas en materia de impacto ambiental.</b></li> </ul> | x        | x        | x        |

Durante la preparación y construcción, los residuos inorgánicos reciclables se deberán acopiar en almacenes temporales de dimensiones y características apropiadas, hechos con block y piso de concreto firme, que deberán estar techado para evitar la acumulación de agua de lluvia. Cada almacén deberá encontrarse debidamente rotulado para indicar el tipo de residuo que contienen.

| <b>Acción 6</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| <b>Los residuos de origen vegetal producto de las labores de desmonte y despalme, serán triturados para utilizarlos dentro de las áreas verdes del proyecto.</b> | x        | x        |          |
| Indicadores de desempeño:  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volumen de material vegetal triturado por trimestre.</b></li> </ul>  | x        | x        |          |

Durante las etapas de preparación y construcción, los residuos generados por el despalme y desmonte del predio se triturarán; el producto de este triturado se reincorporará a las áreas verdes comunes.

| <b>Acción 7</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| <b>Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuadas para la separación de residuos.</b>   | x        | x        | x        |
| Indicadores de desempeño:   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Presencia de señalamientos en áreas visibles y aledañas a caminos, accesos y áreas de trabajo</b></li> <li>• <b>Representatividad de los mensajes establecidos en los señalamientos de tal forma que se cubran todas las medidas de prevención establecidas en esta DTU-BR que corresponda realizar al personal de obra y operativo, así como a los usuarios</b></li> </ul> | x        | x        | x        |

Durante todas las etapas del proyecto se colocarán señalamientos en las áreas donde se ubiquen contenedores o en los almacenes de residuos correspondientes que sirvan de referencia para todo el personal y usuarios del proyecto en cuanto a los procedimientos y contenedores designados para la separación de residuos. De esta manera se evitará mezclar involuntariamente los mismos y se hará más eficiente su manejo (Figura 7. 2)

Figura 7. 2. Ejemplo de los señalamientos para los contenedores que se colocarán en las áreas de almacenes de residuos para fomentar su separación adecuada.



| Acción 8   | P | C | O |
|--|---|---|---|
| <b>Mantener humedecido y cubierto todo el material en forma de polvo que se utilice, produzca o transporte.</b>  | x | x |   |
| Indicadores de desempeño:  |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• La vegetación se encuentra limpia de polvos</li> <li>• Los acopios de polvos y arenas se encuentran cubiertos en todo momento</li> <li>• Las arenas y polvos se transportan en vehículos cubiertos en todo momento</li> </ul> | x | x |   |

Todos los agregados que se utilicen durante las diferentes etapas del proyecto deberán ser cubiertos con lonas en las zonas de acopio y para su transporte.

Los vehículos que transporten materiales serán cubiertos con mantas o lonas para evitar que se derramen o caigan materiales y deberán contar con su mantenimiento. Se recomienda llevar una bitácora con el registro de mantenimiento de cada vehículo y maquinaria pesada en la que se demuestren las condiciones adecuadas para su operación y mantenimiento.

| Acción 9   | P | C | O |
|--|---|---|---|
| <b>Mantener en buen estado el equipo y maquinaria</b>  | x | x |   |
| Indicadores de desempeño:  |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión diaria de la maquinaria, para verificar que se encuentre en buenas condiciones y que no presenta fugas de aceite o combustible.</li> </ul> | x | x | x |

El equipo deberá estar en buen estado, afinada para eficientizar las horas de trabajo, y la reparación de estas deberá ser fuera del predio

| Acción 10  | P | C | O |
|--|---|---|---|
| <b>Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos</b>  | x | x |   |
| Indicadores de desempeño:  |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de mantenimientos efectuados al mes respecto al número de mantenimientos programados para el periodo.</li> </ul> | x | x |   |



La maquinaria y los vehículos automotores que se utilicen durante el proyecto, deben recibir mantenimiento, para evitar la contaminación atmosférica, por emisiones de humos y gases. Se deberá programar el mantenimiento periódico de los vehículos, maquinaria y equipo necesario en las diferentes etapas del proyecto, siguiendo recomendación de los fabricantes y conforme a lo establecido por la NOM-080-ECOL-1994

| <b>Acción 11</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| <b>No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendidos innecesariamente</b>  | X        | X        | X        |
| Indicadores de desempeño:  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La maquinaria y los vehículos solo se encuentran encendidos cuando están participando en alguna obra o actividad del proyecto y se encuentran presentes sus operadores respectivos.</b></li> </ul> | X        | X        | X        |

| <b>Acción 12</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| <b>Riego periódico en zonas de generación de polvos.</b>   | X        | X        |          |
| Indicadores de desempeño:  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>m<sup>3</sup> de agua utilizada para el riego</b></li> </ul> | X        | X        |          |

| <b>Acción 13</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| <b>Transporte y disposición final de los residuos sólidos durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto por empresas acreditadas.</b>  | X        | X        | X        |
| Indicadores de desempeño:  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contratos vigentes de servicios proporcionados por empresas acreditadas para la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados por el proyecto.</b></li> <li>• <b>Facturas correspondientes a los servicios de recolección de residuos sólidos generados por el proyecto, por parte de empresas acreditadas.</b></li> </ul> | X        | X        | X        |

| <b>Acción 14</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| <b>Realizar trabajos preventivos antes del temporal de lluvias consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.</b> | X        | X        | X        |
| Indicadores de desempeño:   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Número trabajos preventivos realizados previo a la temporada de lluvias / número de trabajos programados</b></li> </ul>   | X        | X        | X        |

Durante todas las etapas del proyecto se realizarán trabajos preventivos antes del temporal de lluvias consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vialidades a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.

| <b>Acción 15</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| <b>Limpiar periódicamente las cunetas de las vialidades retirando la acumulación de residuos, tierra, restos de llantas, ramas y cuerpos extraños que sean colocados en las vialidades.</b> |          |          | X        |
| Indicadores de desempeño:   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Número de mantenimientos efectuados / número de mantenimientos programados anualmente</b></li> </ul>  |          |          | X        |

Durante la etapa de operación del proyecto se realizará limpieza de la superficie de rodamiento y drenaje superficial de las vialidades, retirando la acumulación de residuos, tierra, restos de llantas,

ramas y en general cuerpos extraños que sean colocados sobre la carpeta o las bermas, limpiándolas periódicamente.

| <b>Acción 16</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| <b>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo.</b> | x        | x        | x        |
| Indicadores de desempeño:   |          |          |          |
| • <b>Número de registros que evidencien la quema de residuos = 0</b>          | x        | x        | x        |

Se verificará en todo momento que no se realicen fogatas o la quema de materiales dentro del terreno.

**Tabla 7. 5. Clasificación y manejo de residuos sólidos de acuerdo con su tipo.**

| <b>Categoría</b>                                 | <b>Residuos</b>  | <b>Contenedores</b>  | <b>Manejo</b>   |
|--|--|--|---|
| <b>Residuos orgánicos aptos para composta</b>    | Residuos del desmote y labores de jardinería (ramas, hojas, troncos)<br>Residuos de alimentos de origen vegetal (frutas y verduras)                                | Contenedores plásticos con tapa, de tamaño variable de acuerdo al volumen de residuos generado por área. | Traslado al Vivero del proyecto en el área de compostaje para su integración a la formación de abono.   |
| <b>Residuos orgánicos no aptos para composta</b> | Residuos orgánicos de origen animal (huesos, lácteos, cascarones de huevo, carnes y derivados)<br>Residuos de origen vegetal contaminados con residuos peligrosos. | Contenedores plásticos con tapa hermética de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área.    | Traslado al almacén de residuos para su recolección por el camión recolector.   |
| <b>Residuos inorgánicos reciclables</b>          | Cartón y papel<br>Vidrio<br>Plásticos reciclables<br>Aluminio<br>Tetrapacks  | Contenedores plásticos de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área                        | Durante todas las etapas del proyecto serán trasladados al almacén temporal de residuos reciclables para su recolección por compañías especializadas certificadas para su traslado a centros de acopio y reciclaje. |
| <b>Residuos inorgánicos no reciclables</b>       | Plásticos no reciclables<br>Otros materiales no aptos para su reciclaje como desechos sanitarios, PVC, metales y escombros.  | Contenedores plásticos de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área.                       | Durante todas las etapas del proyecto se trasladarán al almacén temporal de residuos no reciclables para su recolección por el camión municipal recolector.   |

Los residuos inorgánicos reciclables deberán manejarse de acuerdo con lo establecido en la siguiente Tabla 7. 6.

**Tabla 7. 6. Manejo y disposición temporal de residuos sólidos inorgánicos reciclables por parte del proyecto.**

| <b>Tipo de residuo</b> | <b>Manejo y acopio temporal</b>   |
|------------------------|---|
| <b>Papel y cartón</b>  | Deberá compactarse y mantenerse seco.   |
| <b>Tonners</b>         | Deberán acopiarse en contenedores plásticos de tamaño adecuado para su entrega a compañías certificadas para su reutilización.  |
| <b>PET y PEAD</b>      | Deberán acopiarse limpios y secos en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.   |
| <b>Vidrio</b>          | Deberán acopiarse limpios, secos y en buen estado (no rotos) en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.                    |
| <b>Aluminio</b>        | Deberán acopiarse limpios, secos y compactados en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.                                  |
| <b>Tetrapack</b>       | Deberán acopiarse limpios, secos y compactados en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.                                  |
| <b>Neumáticos</b>      | Deberán acopiarse en un área protegida de la lluvia para evitar que acumulen agua y entregarse a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio y transformación para reutilización del material.           |
| <b>Escombros</b>       | Deberá acopiarse en un área designada para ello dentro de la zona industrial en donde será recolectado para su disposición final por una empresa debidamente acreditada para ser llevado a donde indique la autoridad competente. |

### 7.3.1.2. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos y Sanitarios

Este subprograma está integrado por 4 medidas y deberá cumplir con los siguientes objetivos:

- Garantizar que el manejo de los residuos líquidos generados por el proyecto se apegue a lo establecido en la legislación aplicable.
- Garantizar que el tratamiento que se dé a las aguas residuales generadas por el proyecto sea el adecuado para cumplir con la normatividad y legislación aplicables.
- Disminuir el riesgo de contaminación del suelo y el agua debido a los residuos líquidos generados por el proyecto.

La incidencia del subprograma sobre los diferentes impactos valorados para el proyecto, se muestran a continuación.

| <b>Programa de manejo integral de residuos</b>   |
|--|
| <b>Subprograma de manejo integral de residuos líquidos y sanitarios</b>  |
| Incidencia directa sobre impactos: Contaminación por residuos (factor agua) y Contaminación por residuos (factor suelo).   |
| Incidencia indirecta sobre impactos: Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores, Modificación del paisaje, Pérdida o desplazamiento de individuos de fauna y Pérdida de individuos. |

Las acciones que se deberán implementar durante el desarrollo del proyecto y así como en qué etapas se describen a continuación.

| <b>Acción 17</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de uno por cada veinticinco trabajadores.   | x        | x        |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de sanitarios portátiles en la razón de uno por cada 20 trabajadores, que corresponda al número de trabajadores registrados en el proyecto.</li> <li>• Los sanitarios portátiles se ubican en todos los frentes de trabajo.</li> <li>• Los sanitarios portátiles se encuentran en buen estado, funcionan adecuadamente y están limpios.</li> </ul> | x        | x        |          |

Se colocará un sanitario portátil por cada 20 trabajadores. El espacio mínimo por cabina de evacuación será de 1.2 m<sup>2</sup> con una altura de 2.3 m. Deberán contar con puertas de ventilación superior e inferior y encontrarse equipados con lo mínimo necesario (papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a tanque contenedor). Se ubicarán a no más de 50 m de cada frente de obra, del campamento de obreros y del comedor. Su número se deberá adecuar en función de la cantidad de trabajadores que corresponda a cada frente de trabajo.

| <b>Acción 18</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| La limpieza de los sanitarios portátiles y el manejo de los residuos generados por su uso los realizará una empresa especializada y acreditada por las autoridades competentes.  | X        | x        |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrato de prestación de servicios vigente celebrado entre el proyecto y empresa debidamente autorizada especializada en la limpieza de los sanitarios portátiles y la recolección de los residuos sanitarios / número de sanitarios colocados</li> <li>• Facturas que comprueben la prestación del servicio de limpieza y mantenimiento de los sanitarios portátiles por parte de empresa especializada.</li> </ul> | X        | x        |          |

Los sanitarios portátiles deberán ser atendidos en cuanto a su mantenimiento y limpieza por una empresa especializada y acreditada para ello por las autoridades competentes. Dicha empresa deberá hacerse cargo de retirar los residuos generados por el uso de los sanitarios y manejarlos adecuadamente.

| <b>Acción 19</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo.                             | x        | x        |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de contenedores de material y tamaño adecuados para los residuos líquidos no peligrosos ubicados en todos los frentes de trabajo.</li> </ul> | x        | x        |          |

Se deberán colocar contenedores plásticos o metálicos sin fugas y con tapa, de tamaño suficiente para contener residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores del proyecto durante las etapas de preparación y construcción, tales como residuos de comida o agua. Dichos contenedores deberán vaciarse periódicamente y el contenido ser llevado a un lugar adecuado para su tratamiento por una empresa especializada y acreditada para ello por las autoridades competentes.

| <b>Acción 20</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Se promoverá entre los residentes el uso de productos químicos biodegradables en la limpieza de baños, cocinas y demás instalaciones.   |          |          | x        |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de campañas o medios de difusión utilizados para la promoción del uso de productos químicos biodegradables entre los residentes anualmente</li> </ul> |          |          | x        |

Con el fin de evitar la contaminación del agua por productos químicos peligrosos o no biodegradables que pudieran ser vertidos al drenaje por los propietarios y afectar las tuberías o el funcionamiento de la PTAR municipal, se usarán únicamente productos biodegradables para la limpieza de las áreas públicas del proyecto.

### 7.3.1.3. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial

En este subprograma se establecen dos medidas para manejar los residuos clasificados como peligrosos y de manejo especial. Los objetivos de este subprograma son los siguientes:

- Garantizar que los residuos peligrosos y de manejo especial generados por el desarrollo del proyecto se manejen de acuerdo con lo que establece la legislación vigente.
- Garantizar que las áreas designadas para el acopio temporal de los residuos peligrosos generados por el proyecto cumplan con los requerimientos establecidos en la legislación aplicable.
- Disminuir los riesgos de contaminación al medio relacionados con los residuos peligrosos generados por el desarrollo del proyecto.

La incidencia del subprograma sobre los diferentes impactos valorados para el proyecto, se muestran a continuación.

| <b>Programa de manejo integral de residuos</b>   |
|--|
| <b>Subprograma de manejo integral de residuos peligrosos y de manejo especial</b>  |
| <b>Incidencia directa sobre impactos:</b> Contaminación por residuos (factor agua) y Contaminación por residuos (factor suelo).  |
| <b>Incidencia indirecta sobre impactos:</b> Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores, Modificación del paisaje, Pérdida o desplazamiento de individuos de fauna y Pérdida de individuos de flora. |

Las acciones que contempla este subprograma se presentan a continuación.

| <b>Acción 21</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Confinamiento temporal de los residuos peligrosos según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes. | x        | x        |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano con la ubicación del almacén temporal de residuos peligrosos</li> </ul>                              | x        | x        |          |

El proyecto generará durante las etapas de preparación y construcción, diversos residuos considerados peligrosos, tales como envases o textiles con pinturas o solventes, baterías, equipo eléctrico, combustibles, entre otros. Para evitar el riesgo de contaminación al ambiente durante las etapas de preparación y construcción se destinará un área específica para la construcción de un almacén de residuos peligrosos que cubra las especificaciones establecidas en la ley, entre ellas las que se enlistan a continuación (Figura 7. 3):

- Encontrarse alejado de las áreas de producción, servicios, oficinas y almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Encontrarse cerca de las áreas de generación de ese tipo de residuos.
- Ubicarse en un área que reduzca los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Construirse con block de concreto con techo de vigueta y bovedilla, sobre una base de cemento firme con canaletas y muros de contención de derrames.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad y los riesgos de los materiales almacenados.

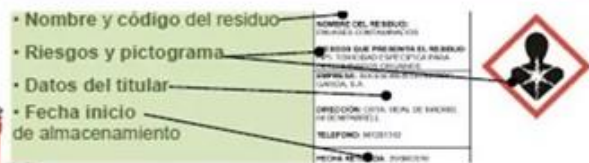
**Figura 7. 3. Modelo de almacén temporal para residuos peligrosos generados durante las etapas de preparación y construcción.**

## Los residuos deben almacenarse de acuerdo a la legislación ambiental correspondiente.

Los contenedores de residuos deben permanecer tapados y bajo techo para protegerlos de la intemperie y evitar desbordamientos por la lluvia.



Los contenedores deben ser sólidos, resistentes y adecuados al residuo, sin defectos, golpes y roturas que ponen en peligro su estanqueidad.



Bandeja de contención para garantizar la contención del residuo líquido en caso de fuga



Prohibido almacenar más de seis meses

Escurrir los filtros de aceite sobre los contenedores de aceite usado, antes de echarlos al contenedor

Evitar la rotura de lámparas dentro del contenedor. Utilizar su propia caja.

Los residuos peligrosos generados durante las etapas de preparación y construcción del proyecto deberán manejarse de diferente manera según sus características particulares, en apego a lo establecido en la Tabla 7. 7.

**Tabla 7. 7. Lineamientos para el manejo de los diferentes tipos de residuos peligrosos que podrán generarse durante las etapas de desarrollo del proyecto.**

| Tipo de Residuo                  | Fuente generadora   | Manejo  | Disposición final  |
|----------------------------------|---|---|--|
| Thiner                           | Obras de mantenimiento para evitar de corrosión por salitre.<br>Actividades de animación durante la etapa de operación. | Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables. | Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final. |
| Pinturas y esmaltes              |   |   |  |
| Estopas impregnadas con residuos |   |   |  |
| Aceite industrial                | Mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos   | El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad con capacidad de 200 l.  | Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.                               |
| Pilas alcalinas                  | Oficinas, equipo  | Se colocarán en contenedores especiales para tal efecto.  | Se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y disposición final  |
| Componentes electrónicos         | Oficinas y habitaciones   | Serán acopiados en un área adecuada dentro del almacén de residuos peligrosos.  | Serán entregados a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.                             |

| Acción 22  | P | C | O |
|--|---|---|---|
| Embalaje y etiquetado adecuado de los contenedores de residuos peligrosos previo a su almacenamiento y registro en bitácora  | x | x |   |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Los residuos peligrosos se encuentran acopiados en el almacén temporal de residuos peligrosos.</li> <li>Los residuos peligrosos se encuentran en contenedores cerrados de material adecuado según su tipo.</li> <li>Los contenedores de los residuos peligrosos se encuentran debidamente etiquetados con el nombre y clasificación del residuo que contienen.</li> </ul> | x | x |   |

Todos los residuos peligrosos que se ingresen al almacén temporal del proyecto deberán encontrarse perfectamente embalados y etiquetados. Su ingreso deberá quedar registrado en el momento en la bitácora del almacén de residuos peligrosos incluyendo la fecha de ingreso, el tipo de residuo, la cantidad y la procedencia.

### 7.3.2. Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas

La construcción y operación del Proyecto, implica necesariamente la afectación parcial a los ecosistemas debido al desmonte y despalme, el movimiento de tierras, la operación de la infraestructura y la sustitución de áreas con vegetación natural por zonas ajardinadas. Con el objetivo de atenuar los impactos por la pérdida de cobertura de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea y la fragmentación del paisaje se implementará el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas (PCME).

Sus objetivos son:

- Mitigar los impactos generados por el desarrollo del proyecto sobre los ecosistemas que se encuentran en el SA correspondiente.
- Garantizar la conservación de los ecosistemas que se encuentran en el SA a través del mantenimiento de los procesos ecológicos propios de cada uno de ellos.

Para lograr dichos objetivos el Programa se ha dividido en dos subprogramas cuyos objetivos y acciones particulares se describen a continuación.

#### 7.3.2.1. *Subprograma de Conservación de Hábitat*

El tipo de vegetación que será afectado por la implementación del proyecto será selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea, el proyecto considera la conservación de 3.62 ha (25% con respecto a las 14.28 ha de uso HP-3), y un aprovechamiento de 10.66 ha (75% con respecto a las 14.28 ha de uso HP-3). Adicionalmente se respetarán como conservación las 3.63 ha correspondientes al Corredor Biológico.

Para garantizar la permanencia de las áreas de conservación en buen estado, será necesaria la implementación de un Subprograma de Conservación de Hábitat mediante el cual se establezcan las acciones de manejo correspondientes.

Los objetivos de este subprograma son:

- Mantener las características ecológicas de los ecosistemas presentes en las áreas de conservación del proyecto.
- Garantizar la existencia de áreas con las características necesarias para funcionar como sitios de alimentación, refugio y/o reproducción de la fauna silvestre residente y migratoria presente en el predio del proyecto.
- Mantener los bienes y servicios que brindan los ecosistemas presentes en las áreas de conservación del proyecto.

La incidencia del subprograma sobre los diferentes impactos valorados para el proyecto, se muestran a continuación.



|  |
|--|
| <b>Programa de conservación y manejo de ecosistemas</b>  |
| <b>Subprograma de conservación de hábitat</b>  |
| <b>Incidencia directa sobre impactos:</b> Pérdida de individuos (vegetación), Contaminación por gases o polvos (factor aire), Pérdida o ahuyentamiento de individuos (fauna) y Disponibilidad de sitios de tránsito de individuos (fauna). |
| <b>Incidencia indirecta sobre impactos:</b> Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores, y Modificación visual del paisaje.  |

Este subprograma contempla las siguientes acciones:

| <b>Acción 23</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Delimitación física de las áreas de conservación del proyecto.  | x        |          |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Todas las áreas de conservación se encuentran protegidas para evitar el paso de vehículos y personas.</li> </ul> | x        |          |          |

Se realizará la delimitación física en campo de las áreas comunes de conservación del proyecto antes de comenzar las labores de desmonte y despalme, y se mantendrá permanentemente. Las barreras físicas que delimitarán las áreas podrán ser mallas plásticas, cintas plásticas o láminas de triplay, con pasos de fauna, o cualquier otro material que proteja a las áreas de conservación de los polvos generados y de posibles invasiones involuntarias del área de obra (Figura 7. 4.).

**Figura 7. 4. Ejemplos de barreras físicas para delimitar las áreas de conservación en campo.**



| <b>Acción 24</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Delimitación física de las áreas de conservación y áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo.   | x        |          |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano con la ubicación de las áreas del proyecto.</li> <li>No se realizan trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área de conservación del proyecto. Estos trabajos se realizan áreas delimitadas para este fin.</li> </ul> | x        |          |          |

| <b>Acción 25</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Erradicación de especies exóticas invasoras.  | x        |          |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>No se observan especies exóticas invasoras en el predio del proyecto.</li> </ul> | x        |          |          |

Durante las etapas de preparación y operación del proyecto se erradicarán las especies encontradas dentro del predio clasificadas según la CONABIO como exóticas invasoras. De esta forma se recuperará paulatinamente la estructura y composición original de la vegetación en las áreas de conservación. El método empleado podrá variar según la especie de que se trate, sin embargo, se usará como metodología estándar el procedimiento establecido por Amigos de Sian Ka'an A.C. para el control de *Casuarina equisetifolia* (Guillermo *et al.* 1996).

| <b>Acción 26</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Colocación de señalamientos  | x        | x        | x        |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Representatividad de los mensajes establecidos en los señalamientos de tal forma que se informe sobre todas las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales establecidas en este DTU-BR que corresponda respetar al personal de obra y operativo, así como a los usuarios.</li> <li>Los señalamientos son suficientes y se ubican en áreas visibles y transitadas del proyecto.</li> </ul> | x        | x        | x        |

Durante las tres etapas del proyecto se colocarán señalamientos de diversos tipos que indiquen la ubicación de las áreas de conservación, así como las actividades prohibidas que pudieran afectarlas directa o indirectamente, e informen sobre el tipo de organismos que se encuentran en ellas para promover que sean respetados. Los señalamientos irán dirigidos a los obreros durante las etapas de preparación y construcción y hacia los habitantes de las instalaciones durante la de operación (Figura 7. 5.).

**Figura 7. 5. Ejemplos de señalamientos que podrán ser utilizados en las diversas áreas del proyecto para promover la conservación de los ecosistemas.**



| <b>Acción 27</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| El equipo y vehículos, solo se desplazará dentro de los límites del área autorizada para el cambio de uso de suelo   | x        | x        |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas de cambio de uso de suelo delimitadas / áreas de aprovechamiento totales</li> <li>Los vehículos solo se desplazan, estacionan y mantienen en áreas destinadas para este fin.</li> </ul> | x        | x        |          |

| <b>Acción 28</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Colocación de pasos de agua o puentes en vialidades y otras áreas en donde se requieran para mantener la continuidad del flujo hidrológico.  |          | x        |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Existen pasos de agua en las zonas inundables de las vialidades.</li> <li>No se observan cambios drásticos en la vegetación de áreas de conservación separadas por vialidades.</li> <li>No se observan encharcamientos en las vialidades del proyecto.</li> </ul> |          | x        |          |

| <b>Acción 29</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas presentes en el predio y su zona de influencia a empleados y usuarios del proyecto.       |          | X        | x        |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Los empleados y usuarios del proyecto conocen las medidas de conservación establecidas para el mismo.</li> </ul> |          | x        | x        |

Para prevenir el daño a los ecosistemas presentes en el predio y en su área de influencia debido al desconocimiento de las medidas adecuadas para su conservación, se implementarán estrategias de divulgación ambiental dirigidas a usuarios del proyecto, que informen sobre los temas críticos en cuanto a conservación y manejo de ecosistemas en la zona, tales como especies en riesgo, buenas prácticas ambientales, áreas naturales protegidas, entre otras.

De igual forma se implementarán acciones de capacitación dirigidas empleados y habitantes del proyecto para garantizar el manejo adecuado de los residuos, el uso racional de los recursos y la conservación de la flora y la fauna. Las estrategias a implementar dependerán de las características particulares del área a la que vayan dirigidas según el organigrama correspondiente, y deberán presentarse en un programa calendarizado a la autoridad competente para su validación, en caso de resultar autorizado el proyecto.

| <b>Acción 30</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Implementación de reglamentos internos para la conservación y buen uso de los recursos. Previo al inicio de los trabajos correspondientes a la etapa de preparación del sitio se impartirá a los trabajadores capacitación sobre el desarrollo del proyecto. | x        | x        | x        |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Lista con el registro de recibido de la difusión de los reglamentos a los empleados y propietarios</li> </ul>   | x        | x        | x        |

Durante cada etapa del proyecto se diseñará y aplicará un reglamento adecuado a los tipos de actividades, materiales manejados y principales riesgos al ambiente, que prevenga la comisión de acciones en detrimento del bienestar del ecosistema. Asimismo, en el reglamento interno para la etapa operativa, se colocarán las restricciones, materiales y características que deberán tener las viviendas que los propietarios de los lotes deberán cumplir, además, en dicho reglamento se establecerán las sanciones que correspondan a cada acción.

En dicho reglamento de etapa operativa, se incluirán recomendaciones para los propietarios sobre buenas prácticas, que incluirán, la implementación de ecotecnologías.

| <b>Acción 31</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Promover la implementación de ecotecnologías   |          | x        | x        |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto aplica técnicas constructivas y usa materiales que optimizan el uso de energía, agua y otros recursos.</li> </ul> |          | x        |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto aplica tecnologías para la generación y uso de energías alternativas.</li> </ul>                                  |          | x        | x        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto aplica tecnologías para el ahorro de agua.</li> </ul>   |          | x        | x        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto aplica tecnologías para el ahorro de energía.</li> </ul>  |          | x        | x        |

| <b>Acción 32</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Construcción de senderos o andadores interpretativos en áreas de conservación |          | x        |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto cuenta con senderos y/o andadores interpretativos en las áreas de conservación.</li> <li>• Los senderos y/o andadores interpretativos se encuentran en buen estado.</li> <li>• Los senderos y/o andadores interpretativos cuentan con señalización clara sobre las medidas de conservación del ambiente implementadas por el proyecto.</li> </ul> |  | x | x |
|--|--|---|---|

Se realizará la apertura de brechas en las áreas comunes de conservación, en una superficie que no deberá de ser superior al 10% de estas áreas, para la colocación de senderos o andadores interpretativos, estos serán zigzagueantes para no afectar a ningún individuo arbóreo y sólo, en caso de requerirse, se podrá realizar un socoleo (limpieza del estrato herbáceo), se colocarán de manera artesanal y utilizando materiales de la región los cuales deberán ser permeables.

| <b>Acción 33</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Control de la iluminación  | X        | x        | x        |
| <b>Indicadores de desempeño</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el predio del proyecto no existen anuncios espectaculares luminosos o letreros con luces brillantes.</li> <li>• La iluminación de las áreas verdes y de conservación del proyecto se hace con focos amarillos o rojos dirigidos hacia abajo.</li> <li>• Número de focos amarillos o rojos colocados en las áreas verdes y de conservación</li> </ul> | x        | x        | x        |

Para mitigar el impacto sobre la fauna nativa debido a la pérdida fauna y flora, el proyecto considera el control de la contaminación lumínica. Para ello se usarán focos amarillos o rojos en las áreas exteriores que eviten atraer a insectos nocturnos. Asimismo, se usarán lámparas con pantallas que dirijan la luz hacia abajo y no la proyecten hacia el cielo.

Por otra parte, se evitará la colocación de anuncios espectaculares luminosos o letreros con luces brillantes.

| <b>Acción 34</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| El manejo y control de mosquitos y otros insectos se realizará por medio de técnicas de bajo impacto ambiental.  | x        | x        | x        |
| <b>Indicadores de desempeño</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo y cantidad de productos para control de insectos utilizados en las áreas de urbanización por unidad de tiempo</li> </ul> | x        | x        | x        |

Para el manejo y control de estos insectos se implementarán técnicas como el uso de citronela, la eliminación objetos que acumulen agua de lluvia, el uso de mosquiteros o miriñaques, entre otras. Se solicitará también el apoyo de las autoridades competentes para realizar fumigaciones periódicas en el área del proyecto durante su etapa de operación, pero sin afectar a las áreas de conservación.

| <b>Acción 35</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Eliminación de fauna feral en el predio del proyecto.  | x        | x        | x        |
| <b>Indicadores de desempeño</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dentro del predio del proyecto no se observan gatos ni perros ferales.</li> <li>• Registro de la presencia o ausencia de fauna feral dentro del predio</li> </ul> |          |          | x        |

La fauna feral, en especial perros y gatos, resulta sumamente dañina para los ecosistemas en general y para las especies nativas en riesgo en particular. Por ello, se implementará una campaña

permanente de captura de fauna feral para su traslado a la perrera municipal en conjunto con las autoridades competentes.

| <b>Acción 36</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Control de fauna nociva con métodos de bajo impacto ambiental | X        | x        | x        |
| <b>Indicadores de desempeño</b>                               |          |          |          |
| • Registro de la presencia o ausencia de fauna nociva         | X        | x        | x        |

En caso de requerir de la implementación de métodos para el control de plagas en los frentes de obra o en las instalaciones en operación, se elegirán únicamente procedimientos de bajo impacto ambiental que garanticen la no afectación a especies nativas. Sin embargo, si se aplica adecuadamente el Programa de Manejo de Residuos (PMIR) propuesto en el presente SMGA, es poco probable que se presenten problemas de plagas como ratas, moscas o cucarachas.

### 7.3.2.2. Subprograma de Arborización y Ajardinado

El proyecto contempla destinar una superficie de 191.01m<sup>2</sup> Ha para áreas verdes, las cuales no solo tendrán función ornamental, sino también mitigarán diversos impactos negativos generados por el proyecto tales como la pérdida de hábitat para la fauna, la disminución de la superficie permeable y la pérdida de individuos de flora.

El Subprograma de Arborización y Ajardinado será la base para diseñar las áreas verdes y ajardinadas del proyecto, privilegiando a las especies nativas sobre las exóticas y evitando la introducción de especies invasoras que pudieran afectar a la biodiversidad de la región. Está conformado por cinco medidas.

Los objetivos de este subprograma son:

- Seleccionar especies de la flora nativa y cultivada de extenso uso en la Península de Yucatán que sean propicias para ser utilizadas en una campaña permanente de arborización y ornamentación.
- Identificar los viveros regionales que puedan proveer al proyecto de plantas suficientes para la arborización.
- Implementar opcionalmente en el vivero temporal la propagación de especies de plantas nativas de la región y propias del ecosistema de selva mediana subperennifolia.
- Elegir las técnicas de plantación y mantenimiento más apropiadas para garantizar la sobrevivencia y persistencia de las asociaciones de plantas que se establezcan.
- Evitar la introducción al predio del proyecto, de especies de plantas exóticas consideradas invasoras por la CONABIO.

La incidencia del subprograma sobre los diferentes impactos valorados para el proyecto, se muestran a continuación.

| <b>Programa de rescate, reubicación y conservación de recursos bióticos</b>   |
|---|
| <b>Subprograma de arborización y ajardinado</b>   |
| <b>Incidencia directa sobre impactos:</b> Pérdida de individuos (vegetación), Rescate de individuos (vegetación) y Disponibilidad de sitios de tránsito de individuos de fauna. |

**Incidencia indirecta sobre impactos:** Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores, Modificación visual del paisaje y Pérdida o ahuyentamiento de individuos (fauna).

A continuación, se presentan de las acciones que se incluyen en este Subprograma.

| <b>Acción 37</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Se dejarán en pie los individuos arbóreos de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas del predio destinadas a jardines y áreas verdes.   | X        |          |          |
| <b>Indicadores de desempeño</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de árboles de más de 20 cm de DAP marcados para permanecer en pie en las áreas verdes y ajardinadas del proyecto.</li> </ul>                           | X        |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Los árboles en pie mayores a 20 cm de DAP que se encuentran en las áreas verdes y ajardinadas del proyecto no presentan heridas ni daños visibles.</li> </ul> |          | X        |          |

Antes de comenzar la etapa de preparación del proyecto, se marcarán todos los árboles de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas destinadas a jardines y áreas verdes dentro del predio, con cinta y pintura visible. Estos árboles se protegerán con cercos de madera para evitar que sean dañados durante las etapas de preparación y construcción del proyecto. Se levantará un inventario de los árboles marcados al inicio de la etapa de preparación que incluirá su estado de salud general, el cual se registrará periódicamente durante las etapas de preparación y construcción y se presentará en los informes de supervisión ambiental correspondientes.

| <b>Acción 38</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Uso preferencial de especies nativas y propias de los ecosistemas reportados en la caracterización florística del predio, para el diseño de las áreas verdes y ajardinadas del proyecto. |          | X        |          |
| <b>Indicadores de desempeño</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Por lo menos un 75% de los individuos que conforman los jardines y áreas verdes del proyecto son de especies nativas.</li> </ul>                  |          | X        |          |

Las especies que se recomiendan para el diseño de las áreas verdes y ajardinadas del proyecto son aquellas que se hayan rescatado y estén resguardadas en el vivero temporal del proyecto, es decir especies nativas y propias del sitio. Asimismo, podrán utilizarse especies cultivadas en la región en combinación con las especies nativas, tomando en cuenta lo establecido por el CU-04 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, ya que se deberá emplear una proporción 1:4 (especies ornamentales por especies nativas). En la siguiente tabla (Tabla 7. 8) se enlistan algunas especies de flora comúnmente cultivadas y usadas como ornato en la región.

**Tabla 7. 8. Especies cultivadas que pueden ser empleadas en la ornamentación.**

| <b>Nombre común</b> | <b>Especie</b>                   | <b>Familia</b> | <b>Forma de vida</b> |
|---------------------|----------------------------------|----------------|----------------------|
| Acalifa             | <i>Acalypha wilkesiana</i>       | Euphorbiaceae  | Arbusto              |
| Aralia              | <i>Polyscias guilfoylei</i>      | Araliaceae;    | Arbusto              |
| Árbol del pulpo     | <i>Brassaia actinophylla</i>     | Araliaceae     | Arbusto              |
| Areca               | <i>Dypsis lutescens;</i>         | Arecaceae      | Arbusto              |
| Bignonia rosada     | <i>Podranea ricosoliana</i>      | Bignoniaceae   | Trepadora            |
| Bignonia azul       | <i>Thumbegia grandiflora</i>     | Acanthaceae    | Trepadora            |
| Clavel de la India  | <i>Tabernaemontana coronaria</i> | Apocynaceae    | Arbusto              |
| Cocinera            | <i>Ixora coccinea</i>            | Rubiaceae      | Arbusto              |

| Nombre común          | Especie                           | Familia           | Forma de vida |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------|
| Coco                  | <i>Cocos nucifera</i>             | Arecaceae         | Árbol         |
| Cola de gato          | <i>Acalypha hispida</i>           | Euphorbiaceae     | Arbusto       |
| Conchita azul         | <i>Clitoria ternatea</i>          | Fabaceae          | Trepadora     |
| Copa de oro           | <i>Allamanda cathartica</i>       | Apocynaceae       | Trepadora     |
| Coralillo             | <i>Russelia equisetiformis</i>    | Scrophulariaceae; | Herbácea      |
| Crotos                | <i>Codiaeum variegatum</i>        | Euphorbiaceae     | Arbusto       |
| Dracena               | <i>Dracaena marginata</i>         | Liliaceae         | Arbusto       |
| Esparrago             | <i>Asparagus sprengeri</i>        | Liliaceae         | Herbácea      |
| Ficus trepador        | <i>Ficus pumila</i>               | Moraceae          | Trepadora     |
| Galán de noche        | <i>Cestrum diurnum</i>            | Solanaceae        | Arbusto       |
| Hawaiiana             | <i>Ixora macrothyrsa</i>          | Rubiaceae         | Arbusto       |
| Hoja pinta            | <i>Dieffenbachia picta</i>        | Araceae;          | Herbácea      |
| Lengua de suegra      | <i>Sansevieria trifasciata</i>    | Liliaceae         | Herbácea      |
| Lirio                 | <i>Hymenocallis littoralis</i>    | Amaryllidaceae    | Herbácea      |
| Llamarada             | <i>Cordolyne terminalis</i>       | Liliaceae         | Arbusto       |
| Mafafa                | <i>Xanthosoma roseum</i>          | Araceae           | Herbácea      |
| Maguey morado         | <i>Rhoeo discolor</i>             | Commelinaceae     | Herbácea      |
| Naranja agria         | <i>Citrus ariantum</i>            | Rutaceae          | Árbol         |
| Novia en barco        | <i>Setcreasea purpurea</i>        | Commelinaceae     | Herbácea      |
| Oleander              | <i>Nerium oleander</i>            | Apocynaceae       | Arbusto       |
| Palma caribeña        | <i>Veitchia merrillii</i>         | Arecaceae         | Árbol         |
| Palma real            | <i>Washingtonia filifera</i>      | Arecaceae         | Árbol         |
| Palmita               | <i>Zamia purpurascens</i>         | Cycadaceae        | Herbácea      |
| Parra de interior     | <i>Cissus rhombifolia</i>         | Vitaceae          | Trepadora     |
| Platanillo            | <i>Canna edulis</i>               | Cannaceae         | Herbácea      |
| Teléfono              | <i>Scindapsus aureus</i>          | Araceae           | Trepadora     |
| Tulipán               | <i>Hibiscus rosa sinensis;</i>    | Malvaceae         | Arbusto       |
| Vicaria               | <i>Catharanthus roseus</i>        | Apocynaceae       | Herbácea      |
| Yuca                  | <i>Yucca elephantipes</i>         | Liliaceae         | Arbusto       |
| Zapatito de la Virgen | <i>Pedillanthus tithymaloides</i> | Euphorbiaceae     | Herbácea      |

| Acción 39   | P | C | O |
|---|---|---|---|
| Evitar el uso de especies exóticas consideradas invasoras por la CONABIO para el diseño de los jardines y áreas verdes del proyecto.  |   | x | x |
| <b>Indicadores de desempeño</b>   |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>No se encuentran especies exóticas consideradas invasoras por la CONABIO en las áreas verdes ni en los jardines del proyecto.</li> </ul> |   |   | x |

El diseño de las áreas verdes y los jardines del proyecto deberá considerar el listado de especies exóticas invasoras de la CONABIO y evitar su uso.

| Acción 40  | P | C | O |
|--|---|---|---|
| Uso exclusivo de individuos que procedan de las labores de rescate de vegetación del predio o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, para llevar a cabo las labores de reforestación y ajardinado del proyecto, de tal forma que quede verificada su legal procedencia. |   | x |   |
| <b>Indicadores de desempeño</b>  |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Facturas que comprueben la legal procedencia de los ejemplares usados en las labores de reforestación y ajardinado del proyecto.</li> </ul>   |   | x |   |



|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Relación del número de ejemplares por especie usados para las labores de reforestación y ajardinado que provienen del rescate de vegetación del predio.</li> </ul> |  |  |  |
|---|--|--|--|

Para evitar incentivar el tráfico ilegal de especies y la afectación que causa a las poblaciones de especies nativas y a los ecosistemas, se llevará un estricto control de la procedencia de los ejemplares usados en las labores de reforestación y ajardinado del proyecto. Todos los ejemplares que no provengan del rescate de vegetación del proyecto deberán adquirirse en viveros debidamente autorizados.

| Acción 41  | P | C | O |
|--|---|---|---|
| Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del proyecto, a los autorizados por la CICOPRAFEST y solo en caso necesario.   |   |   | x |
| <b>Indicadores de desempeño</b>  |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Facturas que comprueben la compra de agroquímicos autorizados por la CICOPRAFEST.</li> <li>Número de agroquímicos autorizados por CICOPRAFEST utilizados / número de agroquímicos utilizados</li> </ul> |   |   | x |

El mantenimiento de las áreas verdes podría requerir en ciertos casos de la aplicación de agroquímicos para controlar plagas o enfermedades, así como para mejorar el desarrollo de los ejemplares. Los agroquímicos que podrán utilizarse en dichos casos serán únicamente los autorizados por la CICOPRAFEST y en estricto apego a lo indicado por el fabricante en cuanto a la dosis, modo de aplicación y frecuencia de uso.

### 7.3.3. Programa de Biodiversidad

Como medida de prevención y mitigación de impactos que pudiera generar el proyecto hacia cualquier especie de planta o animal en el predio, particularmente a las que están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se implementará el Programa de Biodiversidad, el cual tiene los siguientes objetivos:

- Garantizar que el proyecto no afectará a las poblaciones de especies en riesgo dentro del predio.
- Mitigar el impacto de la pérdida de individuos de flora y fauna provocados por el desarrollo del proyecto.

Este programa se divide en dos subprogramas que se describen a continuación.

#### 7.3.3.1. Subprograma de Rescate Selectivo de Vegetación

El tipo de vegetación que será afectado por la implementación del proyecto será selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea. El proyecto considera la conservación de 3.62 ha y contará con 3.63 ha de Corredor Biológico.

Para mitigar los impactos negativos sobre la flora nativa derivados del desmonte necesario para preparar las áreas de aprovechamiento del proyecto, se implementará el Subprograma de Rescate de Vegetación conformado por cinco medidas, el cual tiene los siguientes objetivos:

- Rescate y trasplante en vivero de especies vegetales en etapa de regeneración (plántulas y juveniles) con gran relevancia ecológica o estatus de protección.
- Rescate y trasplante en vivero de otras especies silvestres (plántulas y juveniles) nativas de interés para reforestación, restauración, ornamental u otros fines que garanticen su conservación a través de su aprovechamiento sustentable.
- Lograr la reducción de inversiones económicas, para la adquisición de ejemplares nativos en otros viveros.

Es importante señalar que estas acciones serán ejecutadas para la Fase 1 del Proyecto (obras y actividades de urbanización, ver Capítulo 2) pero que, serán de observancia obligatoria para los Lotes que se someterán a EIA posterior (Fase 2, ver Capítulo 2).

La incidencia del subprograma sobre los diferentes impactos valorados para el proyecto, se muestran a continuación.

| <b>Programa de biodiversidad</b>  |
|---|
| <b>Subprograma de rescate selectivo de vegetación</b>   |
| <b>Incidencia directa sobre impactos:</b> Pérdida de individuos (vegetación)  |
| <b>Incidencia indirecta sobre impactos:</b> Pérdida o ahuyentamiento de individuos (fauna), Disponibilidad de sitios de tránsito de individuos (fauna), Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores, y Modificación visual del paisaje. |

A continuación, se presentan las acciones que se incluyen en este Subprograma.

| <b>Acción 42</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Rescate de ejemplares de plantas en las áreas de aprovechamiento del proyecto.   | x        |          |          |
| <b>Indicadores de desempeño</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• No. de ejemplares de plantas nativas rescatados de las áreas de aprovechamiento autorizadas para el proyecto.</li> <li>• No. de especies de plantas nativas rescatadas de las áreas de aprovechamiento autorizadas para el proyecto.</li> </ul> | x        |          |          |

Una vez señaladas las áreas de aprovechamiento del proyecto, tanto permanentes como temporales, se procederá al marcaje de los individuos susceptibles de trasplante por medio de cintas plásticas y pintura en aerosol. Una vez hecho esto se procederá al trasplante de dichos ejemplares por medio de la técnica más apropiada de acuerdo con su especie, porte y tamaño. Cada ejemplar rescatado será identificado, registrado en una bitácora e incorporado en una base de datos. En los casos que se determine conveniente los ejemplares rescatados podrán trasplantarse inmediatamente a áreas de conservación o serán llevados al vivero para su mantenimiento hasta el momento de su trasplante a su lugar definitivo. La descripción detallada de las técnicas de rescate de plantas se presenta a continuación:

1. Selección de especies a rescatar con base en criterios de la caracterización (riqueza específica, altura, formas de vida e importancia) así como de la viabilidad de los ejemplares

(considerando factor clave una altura de la primera ramificación  $\geq 1.5\text{m}$  de la o si presenta un tronco leñoso).

- Se priorizarán especies del estrato herbáceo y arbustivo.
  - Se priorizarán especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT.
  - Se priorizarán especie de relevancia ecológica en la región.
2. Las labores de rescate las realizará personal capacitado en el manejo de plantas, de manera manual (plaza, picos, baretas y machetes) y con extremo cuidado.
  3. Las brigadas de rescate contarán con un supervisor (agronomo o biólogo), que verificará el adecuado manejo de los individuos rescatados.
  4. El rescate se realizará de manera diferenciada por plántulas, por semillas, por palmas y especies arbustivas, plantas de porte arbóreo y por estacas. También si se trata de epífitas, suculentas o bulbosas.
  5. Los individuos susceptibles de ser rescatados serán llevados al vivero, donde se les dará un manejo adecuado.

El listado de las especies y el número de ejemplares por especie a rescatar se exhiben en la siguiente tabla (Tabla 7. 9). Dicho listado se basa en los resultados de la caracterización florística del predio del proyecto, así como en las características de tamaño, tipo de crecimiento y valor ecológico de cada especie. Aun así, no se descarta la posibilidad de que alguna de las especies no cumpla con la disponibilidad en cuanto al número estimado de plantas propuestas para rescate, ya que estos números se basan de un muestreo y una estimación del número de individuos a partir de este, en este caso se buscará compensar aumentando la cantidad de plantas de alguna otra especie considerada para el rescate.

Todos los ejemplares de las especies Nacax (*Coccothrinax readii*) y palma Chit (*Thrinax radiata*), las cuales se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazada que se ubiquen en el área sujeta a Cambio de Uso de Suelo (CUSTF), serán rescatados (Tabla 7.9).

**Tabla 7. 9. Número aproximado de ejemplares por especie arbustiva a rescatar y reubicar de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo o en caso de ser autorizado el proyecto.**

| Nombre común | Nombre científico          | Forma de colecta |            |            | Propuesta No. de Individuos por ha | Propuesta total 10.66 ha |
|--------------|----------------------------|------------------|------------|------------|------------------------------------|--------------------------|
|              |                            | Semilla          | Planta /ha | Vareta /ha |                                    |                          |
| Palma chit   | <i>Thrinax radiata</i>     | X                | X          |            | 5                                  | 53                       |
| Palma nakas  | <i>Coccothrinax readii</i> | X                | X          |            | 5                                  | 53                       |
| <b>Total</b> |                            |                  |            |            |                                    | <b>106</b>               |

Por otro lado, también se plantea rescatar individuos de especies (Tabla 7.10) que no están en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y que por sus atributos paisajísticos pueden ser aprovechadas en las áreas jardinadas. Estas serán rescatadas y llevadas al vivero temporal para su restablecimiento y posterior trasplante. Es importante mencionar que de estas especies a continuación se presenta en la siguiente tabla un listado general y una propuesta aproximada misma, por lo que los

resultados obtenidos serán presentados en los avances correspondientes de cada informe de actividades.

**Tabla 7. 10. Número aproximado de ejemplares por especies nativas a rescatar y reubicar de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo o en caso de ser autorizado el proyecto.**

| Nombre común   | Nombre científico              | Forma de colecta |        |        | No. de Individuos Por ha | Propuesta total 10.66 ha |
|----------------|--------------------------------|------------------|--------|--------|--------------------------|--------------------------|
|                |                                | Semilla          | Estaca | Planta |                          |                          |
| Chacá          | <i>Bursera simaruba</i>        |                  | X      | X      | 15                       | 160                      |
| Cocoite blanco | <i>Gliricidia sepium</i>       |                  |        | X      | 5                        | 53                       |
| Guaya          | <i>Melicoccus oliviformis</i>  | X                |        | X      | 5                        | 53                       |
| Majagua blanca | <i>Hampea trilobata</i>        |                  |        | X      | 5                        | 53                       |
| Xiat           | <i>Chamaedorea zeifizi</i>     |                  |        | X      | 5                        | 53                       |
| Flor de mayo   | <i>Plumeria rubra</i>          |                  |        | X      | 5                        | 53                       |
| Huano blanco   | <i>Sabal yapa</i>              |                  |        | X      | 5                        | 53                       |
| Dzidzilche     | <i>Gymnopodium floribundum</i> |                  |        | X      | 5                        | 53                       |
| <b>Total</b>   |                                |                  |        |        | <b>50</b>                | <b>531</b>               |

| <b>Acción 38</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Mantenimiento de plantas rescatadas en vivero.   | x        |          |          |
| <b>Indicadores de desempeño</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>No. de ejemplares rescatados de las áreas de aprovechamiento del proyecto trasladados al vivero.</li> </ul> | x        |          |          |

Para ello se pretende el establecimiento de un vivero temporal en áreas destinadas para el aprovechamiento del propio proyecto, por lo que no se requerirá la afectación de áreas diferentes a las solicitadas en el presente trámite para su aprovechamiento. Dicho vivero contará con los requerimientos necesarios para operar adecuadamente y garantizar la supervivencia de los ejemplares rescatados; proporcionará los cuidados necesarios a las plantas rescatadas, hasta que sean susceptibles de utilizarse en las áreas de reforestación y/o ajardinado de las áreas verdes del Proyecto: En caso de ser necesario se colocará una cubierta para proteger a los ejemplares del sol y lluvia en exceso.

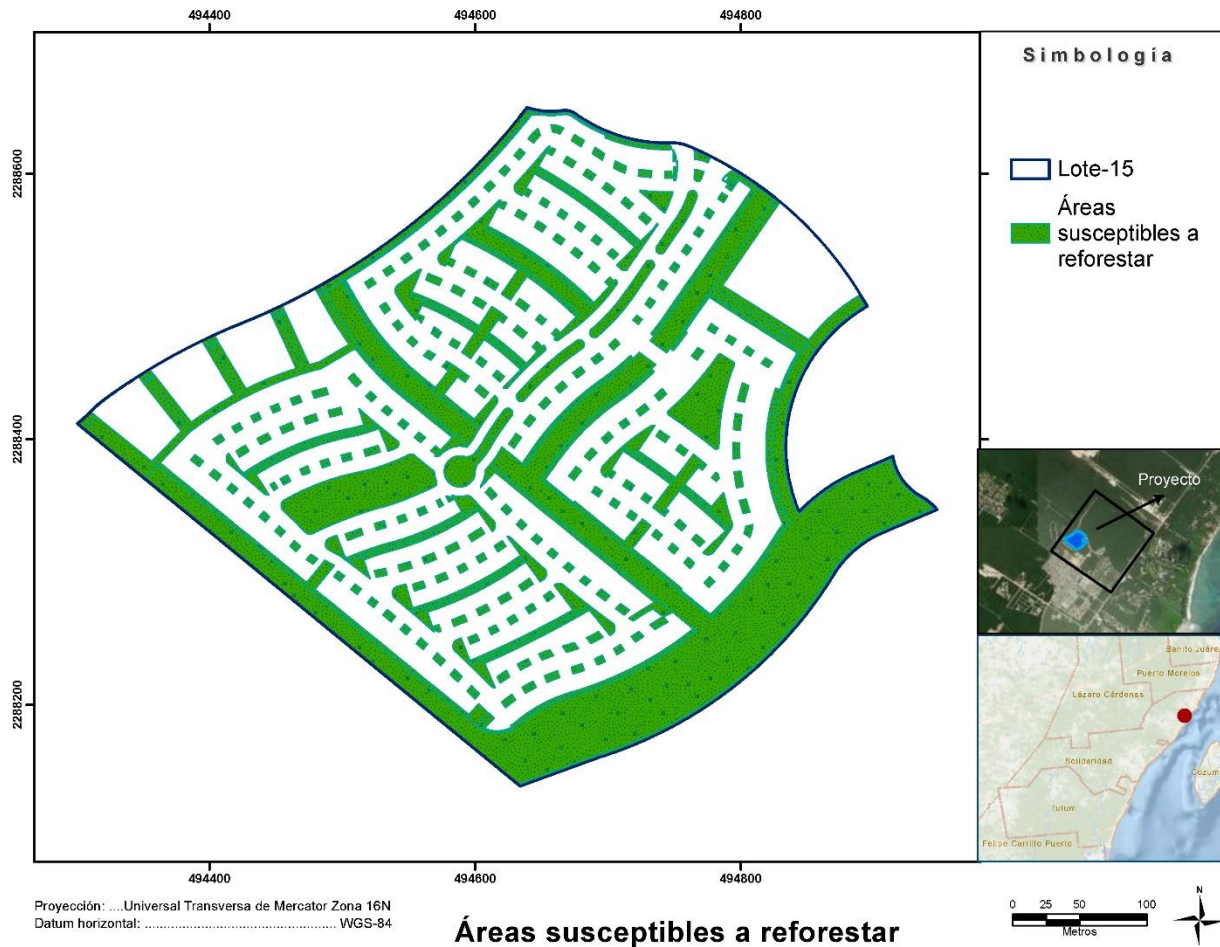
**Figura 7. 6. Ubicación del vivero temporal con respecto al proyecto Sendero Poniente.**



| <b>Acción 44</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Propagación de los ejemplares que no podrán ser trasplantados encontrados en las áreas de aprovechamiento del proyecto.   | X        |          |          |
| <b>Indicadores de desempeño</b>   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>No. de individuos por especie obtenidos por medio de propagación vegetativa de ejemplares encontrados en las áreas de aprovechamiento autorizadas para el proyecto.</li> <li>No. de plántulas por especie obtenidas por medio de propagación sexual de ejemplares encontrados en las áreas de aprovechamiento autorizadas para el proyecto.</li> </ul> | X        |          |          |

Los ejemplares que por su especie o tamaño no puedan ser trasplantados, serán propagados sexual y/o vegetativamente y sus vástagos serán trasladados al vivero para su crecimiento hasta alcanzar el tamaño adecuado para su trasplante a las áreas de conservación o a las áreas verdes del proyecto (Figura 7. 7). De esta manera se conservará la diversidad genética original del sitio y se contará con material suficiente para las labores de reforestación y ajardinado del proyecto.

**Figura 7. 7. Áreas potenciales para reforestación reubicación dentro del predio del proyecto Senderos Poniente.**



**Áreas susceptibles a reforestar**

| <b>Acción 45</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del proyecto.   | X        | x        |          |
| <b>Indicadores de desempeño</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Facturas que comprueben la compra de agroquímicos autorizados por la CICOPLAFEST para su uso en el vivero del proyecto.</li> <li>Ausencia de agroquímicos no autorizados por la CICOPLAFEST en los almacenes del vivero del proyecto.</li> <li>Número de agroquímicos autorizados por CICOPLAFEST utilizados / número de agroquímicos utilizados</li> </ul> | x        | x        |          |

El mantenimiento de los ejemplares contenidos en el vivero podría requerir en ciertos casos de la aplicación de agroquímicos para controlar plagas o enfermedades, así como para mejorar su desarrollo o garantizar su supervivencia. Los agroquímicos que podrán utilizarse en dichos casos serán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST y en estricto apego a lo indicado por el fabricante en cuanto a la dosis, modo de aplicación y frecuencia de uso.

| <b>Acción 46</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Recuperación de tierra vegetal.   | x        |          |          |
| <b>Indicadores de desempeño</b>   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>No. de individuos por especie obtenidos por medio de propagación vegetativa de ejemplares encontrados en las áreas de aprovechamiento autorizadas para el proyecto.</li> <li>No. de plántulas por especie obtenidas por medio de propagación sexual de ejemplares encontrados en las áreas de aprovechamiento autorizadas para el proyecto.</li> </ul> | x        |          |          |

Durante el primer año se realizará el rescate de tierra vegetal que servirá para el llenado de bolsas en el vivero donde serán colocadas las plantas rescatadas del área de desmonte para recibir el mantenimiento hasta su reubicación final, también se podrá utilizar para el relleno de camellones a fin de contribuir al enriquecimiento del suelo. La colecta de tierra vegetal se llevará a cabo, preferentemente dentro del período de estiaje (sequía) en el período de meses donde llueve menos del 10% de la precipitación anual según datos del sistema ambiental.

Las labores intensivas para la atención y el mantenimiento de las plantas trasplantadas se continuarán por lo menos durante los siguientes 3 años. Las actividades de seguimiento y evaluación del programa se continuarán por lo menos durante los siguientes 4 años, mientras que la campaña de señalización y protección de las áreas reforestadas se continuará de manera permanente.

#### 7.3.3.2. Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna

El tipo de vegetación que será afectado por la implementación del proyecto será selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea. El proyecto considera la conservación de 3.62 ha (25% con respecto a los 14.28 ha de uso HP-3) y 3.63 ha de Corredor Biológico.

Para mitigar los impactos negativos sobre la fauna nativa derivados del desmonte necesario para preparar las áreas de aprovechamiento del proyecto, se implementará el Subprograma de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna integrado por tres medidas, el cual tiene los siguientes objetivos:

- Describir las acciones necesarias para ahuyentar, rescatar y reubicar a la fauna silvestre.
- Reducir la pérdida de organismos y dar protección a las especies animales que el proyecto pudiera poner en riesgo previo a las actividades de desmonte de la etapa de preparación del sitio.
- Identificar las especies rescatadas, así como saber si se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Mitigar los impactos de pérdida de individuos de fauna generados por el desarrollo del proyecto.
- Acciones de ahuyentamiento o disuasión periódica y direccionada previo a las actividades de preparación del sitio.
- Acciones de dispersión, repulsión, exclusión, disuasión de fauna silvestre durante las actividades de desmonte.
- Rescate de las especies de fauna.
- Traslado de fauna rescatadas a los sitios de reubicación.
- Liberación (animales).
- Concientizar a los frentes de trabajo para una mejor conservación y protección de la fauna silvestre.

La incidencia del subprograma sobre los diferentes impactos valorados para el proyecto, se muestran a continuación.

|  |
|--|
| <b>Programa de rescate, reubicación y conservación de recursos bióticos</b>                                |
| <b>Subprograma de ahuyentamiento y rescate selectivo de fauna</b>  |
| <b>Incidencia directa sobre impactos:</b> Pérdida o desplazamiento de individuos (fauna).                  |
| <b>Incidencia indirecta sobre impactos:</b> Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores. |

A continuación, se presentan las acciones que se incluyen en este Subprograma

| <b>Acción 47</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Rescate de ejemplares de vertebrados en las áreas de aprovechamiento del proyecto.  | x        |          |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>No. de individuos por especie de fauna nativa removidos de las áreas de aprovechamiento autorizadas para el proyecto.</li> </ul> | x        |          |          |

Previo al inicio de la etapa de preparación del terreno y simultáneamente durante la campaña de rescate de vegetación, se implementará una campaña de rescate de individuos de especies de fauna poco móviles o vulnerables, incluyendo nidos de aves. Cada ejemplar rescatado, será identificado, registrado en una bitácora e incorporado en una base de datos, para posteriormente ser trasladado hacia áreas de conservación. La descripción detallada de las técnicas de rescate de fauna nativa que se implementarán se presenta a continuación.

- Implementar acciones que minimicen la miopía por captura (control del ambiente o estímulos de captura, limitar tiempo de captura, evitar capturar animales viejos o enfermos, evitar la captura de hembras lactantes o preñadas y limitar el número de personas que realizan la captura).
- Implementar acciones de disuasión con bocinas o sirenas de aire.
- Las actividades de rescate las realizará personal capacitado en el manejo de fauna, de manera manual (con bolsas, trampas, cebos, guantes, lazos y ganchos herpetológicos) y con extremo cuidado.
- Realizar rescates diferenciados para anfibios, reptiles y mamíferos, empleado el equipo y técnicas más adecuados.
- Trasladar a los ejemplares a sitios destinados para su reubicación y en caso de ser necesario a sitios de asistencia temporal (si están heridos).

| <b>Acción 48</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Habilitación de un sitio de confinamiento y asistencia temporal de individuos de fauna vulnerables | x        |          |          |



| Indicadores de desempeño:  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Existencia de un sitio de confinamiento y asistencia temporal de individuos de fauna dentro del predio.</li> <li>El sitio de confinamiento y asistencia temporal de fauna es de tamaño adecuado para el número de individuos y las características de las especies a rescatar.</li> <li>Los individuos que se encuentran en el sitio de confinamiento y asistencia temporal se encuentran en condiciones adecuadas de acuerdo con las características de su especie y la condición particular del individuo.</li> </ul> | x |  |  |

Durante las etapas de preparación y construcción es probable que se registren individuos de fauna heridos o vulnerables, en cuyo caso serán trasladados a un sitio de confinamiento y asistencia temporal que se ubicará de preferencia en un área adyacente al vivero y será manejado por un especialista en medicina veterinaria o manejo de fauna silvestre. Dicho sitio deberá contar con las condiciones de higiene mínimas necesarias para evitar la propagación de enfermedades o el desarrollo de infecciones en los individuos confinados. De igual forma requerirá de energía eléctrica y agua potable para permitir el adecuado manejo de los ejemplares durante el tiempo que dure su confinamiento. Una vez que los ejemplares se encuentren recuperados serán reintegrados a las áreas de conservación del proyecto. Todo ejemplar que ingrese al área de confinamiento y asistencia temporal será registrado en bitácora anotando su especie, medidas (tamaño, peso, etc.), condición de salud, lugar donde fue encontrado y fecha de ingreso. Previo a su liberación también se registrarán en bitácora sus medidas, así como el lugar y fecha de su liberación.

| Acción 49  | P | C | O |
|--|---|---|---|
| Definición del procedimiento a seguir para el manejo de especies peligrosas en las instalaciones del proyecto.   | X | X | x |
| Indicadores de desempeño:  |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto cuenta con un protocolo de actuación para el adecuado manejo de especies de fauna peligrosas para el hombre.</li> </ul> | x | x | x |

En el área donde se ubica el predio del proyecto existen especies de fauna que representan un riesgo para el hombre debido a que son venenosas o sumamente agresivas. En caso de que algún ejemplar de estas especies llegara a encontrarse dentro de las instalaciones del proyecto en operación o en algún frente de obra durante la etapa de construcción, se procederá a su captura por personal capacitado y trasladado al área de conservación del Ciudad Mayakoba más alejada de las instalaciones. Durante la etapa de operación, se avisará a las autoridades correspondientes y se solicitará su apoyo para el adecuado manejo del espécimen.

En complemento, en el **Anexo 7.2** se presenta la propuesta de Programa de Rescate y Reubicación de especies de Flora y Fauna conforme a la fracción IX del artículo 141 del Reglamento, que contiene a las acciones específicas relacionadas con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; se estima que la ejecución de cada programa represente una inversión de \$10,000.00 pesos.

### 7.3.4. Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales

El proceso de construcción, operación y mantenimiento del proyecto considera la posibilidad de situaciones de riesgo, involuntarias o accidentales, que pudieran afectar al personal, usuarios o visitantes del desarrollo, así como a los ecosistemas. El promovente también considera los riesgos que pueden ser generados por los fenómenos naturales comunes en la región, como son los incendios forestales, las inundaciones y los huracanes. Por lo anterior, la promovente considera la implementación de un Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales integrado por cinco medidas, con el objetivo de:

- Implementar acciones de prevención y atención a contingencias que reduzcan los riesgos de daño a recursos naturales y humanos.

Para lograrlo se pretende la realización de las siguientes acciones:

| <b>Acción 50</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Se deberá contar con personal capacitado en el manejo de contingencias  | x        | x        | x        |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto cuenta con personal asignado para el manejo de contingencias.</li> <li>• El personal asignado para el manejo de contingencias se encuentra debidamente capacitado.</li> <li>• El proyecto cuenta con un plan de acción para el manejo de contingencias.</li> </ul> | x        | x        | x        |

Durante todas las etapas de desarrollo del proyecto se deberá contar con personal capacitado en el manejo de contingencias ambientales y accidentes, tales como incendios forestales, incendios dentro de las instalaciones, derrames de sustancias peligrosas, etc. Asimismo, ese deberá contar con personal capacitado en primeros auxilios.

| <b>Acción 51</b>   | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|--|----------|----------|----------|
| Se deberá contar con material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias ambientales.  | X        | x        | x        |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto cuenta con material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias.</li> <li>• El material y equipo para la atención de contingencias se encuentra funcional y en buen estado.</li> </ul> | x        | x        | x        |

Se designará un área dentro del predio, cercano a los frentes de trabajo en las áreas de mayor riesgo, para resguardar el material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias ambientales tales como absorbentes (salchichas, colchonetas o polvos absorbentes para uso en caso de derrames; palas, extintores y equipo de protección para su uso en caso de incendios); etc. (Figura 7. 8.).

Figura 7. 8. Ejemplo de absorbentes (equipo adecuado para contingencias).



| Acción 52   | P | C | O |
|---|---|---|---|
| Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del proyecto.  | X | x | x |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobantes de la verificación realizada a las instalaciones riesgosas dentro del proyecto por parte de empresa especializada.</li> </ul> | x | x | x |

Se verificará de manera periódica el mantenimiento y la supervisión de las instalaciones eléctricas, de gas L.P., de agua, los almacenes de residuos peligrosos y de los sitios donde se manejen sustancias inflamables para detectar fallas y prevenir accidentes.

| Acción 53   | P | C | O |
|---|---|---|---|
| Creación de un comité de atención a contingencias ambientales   | X | x | x |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto cuenta con un comité de atención a contingencias ambientales.</li> </ul> | x | x | x |

Se creará un comité de atención a contingencias ambientales en coordinación con las autoridades competentes una vez iniciado el proyecto y que deberá funcionar de manera permanente durante el resto de las etapas de desarrollo del mismo. Deberá realizar reuniones en caso de contingencias. Se deberá enfocar en desarrollar acciones para prevenir y mitigar cualquier evento que ponga en riesgo la integridad humana o de los recursos naturales de la zona.

| Acción 54  | P | C | O |
|--|---|---|---|
| Señalización   | x | x | x |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto cuenta con señalamientos sobre las medidas de seguridad en todos los frentes de trabajo.</li> <li>Los señalamientos sobre las medidas de seguridad cumplen con los requerimientos establecidos por las autoridades correspondientes.</li> </ul> | x | x | x |

Se colocarán señales en los sitios de riesgo que indiquen las precauciones que se deberán tomar por parte del personal y usuarios del proyecto para evitar accidentes y contingencias, incluyendo los procedimientos para actuar en caso de incendio o huracán, así como las salidas de emergencia.

### 7.3.5. Programa de Manejo Integral del Agua

El SMGA incluye el subprograma de Manejo Integral del Agua, el cual está conformado por cuatro medidas y persigue los siguientes objetivos:

- Implementar medidas para garantizar el manejo sustentable del recurso agua por parte del proyecto en concordancia con los instrumentos legales aplicables.
- Detectar oportunamente situaciones que impliquen el desperdicio del recurso o el riesgo de su contaminación para implementar medidas correctivas de inmediato.
- Garantizar que el desarrollo del proyecto no afectará negativamente al acuífero ni a la hidrología de la zona.

La incidencia del programa sobre los diferentes impactos valorados para el proyecto, se muestran a continuación.

| Programa de manejo integral del agua   |
|--|
| <b>Incidencia directa sobre impactos:</b> Contaminación por residuos (factor agua) e incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar |
| <b>Incidencia indirecta sobre impactos:</b> Fortalecimiento de las capacidades de usuarios y trabajadores.   |

Este programa incluye las siguientes acciones:

| Acción 55   | P | C | O |
|---|---|---|---|
| Las vialidades y áreas de aprovechamiento no techadas estarán recubiertas con materiales permeables   |   | x |   |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano con las áreas no techadas y permeables del proyecto</li> <li>• Superficie sin edificación recubierta con materiales permeables / superficie total sin edificación</li> </ul> |   | x |   |

Las áreas permeables corresponden a 7.99 ha, que permitan la libre infiltración del agua de lluvia al subsuelo sin que se provoquen charcos, baches, ni deformaciones en la carpeta, lo cual reducirá también su mantenimiento. Los andadores peatonales tendrán un perfil con inclinación mínima suficiente para ayudar al escurrimiento de las aguas hacia la vegetación lateral. Todo escurrimiento excesivo será capturado por bermas naturales de vegetación y pasto que contribuirán a su filtración y absorción.

| Acción 56  | P | C | O |
|--|---|---|---|
| Drenaje pluvial separado del drenaje sanitario   |   |   | X |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>   |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• La red de drenaje pluvial dentro del proyecto se encuentra separada de la red de drenaje sanitario.</li> <li>• Verificación de los puntos de conexión y descarga del drenaje</li> </ul> |   |   | x |

Los propietarios de los lotes deberán considerar en el diseño de sus propiedades la implementación de un sistema pluvial superficial que drene directamente a las áreas de conservación y áreas permeables propias del proyecto arquitectónico, queda estrictamente

prohibida la descarga de agua pluvial a la red sanitaria del condominio. El sistema pluvial deberá contar con pozos de visita en los que se evitará el arrastre de sólidos no deseados (y por ende contaminación).

| <b>Acción 57</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Colocación de canaletas en las techumbres de las edificaciones para el aprovechamiento de agua pluvial  |          | X        |          |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de las edificaciones dentro del proyecto cuentan con canaletas en las techumbres / número de edificaciones construidas en total.</li> </ul> |          | X        |          |

Se recomendará a los propietarios a través del reglamento, la colocación de canaletas que permitan colectar el agua pluvial, para su posterior uso en áreas ajardinadas, o limpieza del hogar, (piso, sanitarios, etc.) de tal forma que se reduzca el consumo del vital líquido, logrando además una reducción en el recibo que pagarán los propietarios por el servicio de agua.

| <b>Acción 58</b>  | <b>P</b> | <b>C</b> | <b>O</b> |
|---|----------|----------|----------|
| Promover la implementación de ecotecnologías para el ahorro de agua   |          |          | x        |
| <b>Indicadores de desempeño:</b>  |          |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto cuenta con instalaciones de ecotecnologías para el ahorro de agua funcionales y en buen estado</li> <li>Número de cápsulas informativas difundidas al año</li> </ul> |          |          | x        |

Se promoverá entre los propietarios de los lotes unifamiliares que consideren la implementación de avances tecnológicos para el ahorro de agua, en el diseño de sus casas tales como:

- Grifería Termostática para duchas o combinados ducha/bañera con ahorro del 50% de caudal y control automático de la temperatura. Este sistema evita las pérdidas de agua y energía hasta conseguir la temperatura correcta, ya que no varía la temperatura al abrirse otros grifos, aún dentro del mismo cuarto de baño, lo que promueve el ahorro de agua y gas.
- Grifos ecoeficientes monomando con: 1) apertura central en dos pasos, el primero a medio caudal, 2) apertura ecoeficiente, ya que siempre abren en agua fría, evitando el desperdicio de agua caliente.
- Grifería Electrónica automática. Se abre y se cierra al acercar y alejar las manos del lavabo, mediante detección por infrarrojos. Máxima higiene al no tener que tocar los grifos, evita el contagio de virus y bacterias nocivas. Importante ahorro de agua y energía, solo gastan el agua necesaria, entregada a bajo caudal. Funcionamiento a pilas (duración de las pilas, varios años), o conexión a red mediante transformador.
- Teleduchas ecológicas de ahorro, ecoduchas. Frente a las duchas convencionales que entregan de 15 a 25 litros de agua por minuto, dan un caudal confortable reducido de 5 a 9 litros por minuto según modelo.
- Descargas de doble botón para ahorro de agua en el WC. Por medio del botón selector dan 3 o 6 litros por cada pulsación. Las descargas WC tradicionales entregan 8 a 10 litros según regulación, por cada pulsación. Ahorro de 10,000 litros de agua al año por persona.
- Economizadores de agua: Las piezas más económicas y de resultado inmediato para el ahorro de agua, son los economizadores perlizadores de agua para aplicación en duchas y grifos de las habitaciones (Figura 7. 9.).

Figura 7. 9. Ejemplo de economizadores perlizadores.



#### 7.4. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LAS ACCIONES DEL SMGA

Por último, el SMGA debe evaluar periódicamente la efectividad y pertinencia de las acciones que constituyen cada uno de sus Programas y adaptarlas, en caso necesario, a los contextos ambientales, legales, económicos o sociales del entorno.

1. **Ajustes de proyectos y procedimientos.** Cuando se detecten acciones del SMGA que antagonicen con otras o las obstaculicen, o que no sean eficaces ni oportunas, se procederá a evaluar si pueden ajustarse para mejorar su desempeño, sustituirse por otras más adecuadas o eliminarse. La detección de dichas acciones se llevará a cabo a través de la supervisión ambiental. Esto implicará el trabajo conjunto y permanente con el personal encargado del diseño del proyecto, desde la concepción de las ideas básicas para el desarrollo del mismo hasta su operación. Por medio de la supervisión ambiental se creará un mecanismo de solicitud de cambios a las instancias pertinentes, que permita integrar los ajustes necesarios para lograr el menor impacto ambiental del proyecto.
2. **Sistema de base de datos.** Consistirá en un sistema central que registrará la organización, clasificación y administración de toda la información generada para cada uno de los Programas contenidos en el SMGA. Con esta información se podrá coordinar eficientemente el resto de las acciones del SMGA en las diferentes etapas del proyecto, así como generar un banco de datos disponible para diversos fines en pro del desarrollo sustentable.
3. **Monitoreo del desempeño ambiental del proyecto con base en indicadores.** Como parte de la supervisión ambiental, se monitoreará el desempeño ambiental del proyecto a través de los indicadores seleccionados, los cuales mostrarán no solo el nivel de impacto del proyecto sobre los factores del medio identificados en el capítulo 5 de este DTU-BR como susceptibles de ser afectados, sino también si la implementación de cada medida que conforma el SMGA se realiza en tiempo y forma.

## **7.5. PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE MANEJO AMBIENTAL REFERENTES AL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

**Programa de Manejo de Residuos Sólidos y líquidos** (Anexo 7.1): El manejo de los residuos generados es imprescindible para evitar la proliferación de fauna y flora nociva, es por esto por lo que en este programa incluiremos las medidas a tomar para el manejo de cada residuo generado, durante la etapa de preparación del sitio y con esto cuidar las características naturales y el paisaje del área del proyecto. Implementar acciones para prevenir la contaminación y disminuir los riesgos a la salud pública y ambiental, lo que coadyuva a preservar el atractivo de la zona buscando soluciones alternativas para el manejo de la basura. Contempla acciones para la prevención de la contaminación del suelo y agua.

**Propuesta de Programa de Rescate y Reubicación de especies de Flora y Fauna conforme a la fracción IX del artículo 141 del Reglamento, que comprende:**

El apoyo en las labores de preservación y conservación de especies de importancia ecológica y ornamental. Para esto se tendrá la disponibilidad de participar en las actividades concernientes a programas de rescate respetando el entorno natural y la forma de vida de las comunidades, además de promover entre los habitantes y los obreros la importancia de conservar los recursos naturales, procurando tener durante los recorridos un comportamiento de respeto hacia la naturaleza. Las medidas de mitigación aplicables a la fauna silvestre nativa potencialmente afectada por las actividades de CUSTF del Proyecto, el plan de medidas de mitigación a implementar tiene por finalidad el rescate y relocalización de individuos, así como evitar o disminuir los efectos adversos de las obras o actividades ejecutadas durante los procesos de preparación, construcción y operación del proyecto se presentan en el Anexo 7.2.

**Adicionalmente, y de resultar autorizado este DTU-BR se presentará el Estudio Técnico Económico con los montos por la ejecución de cada una de las medidas establecidas en el SMGA-SP presentadas en este Capítulo para la aprobación de esta autoridad.**

## **7.6. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS**

Con respecto a la fijación montos para fianzas, a través del presente documento técnico, se hace el compromiso que de resultar autorizado el proyecto, se realizar el correspondiente Estudio Técnico Económico que permita determinar los costos de la aplicación de las medidas de mitigación aquí expuestas; a fin de garantizar su cumplimiento y aplicación.

## **7.7. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO**

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el término Restauración Forestal se refiere “al conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales”. La presente estimación del

costo de las actividades por la restauración forestal es en apego al artículo 7 fracción LVI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Se considera únicamente el sitio del proyecto donde habrá remoción de vegetación y despalle de suelo para dar paso al desarrollo del proyecto. Dicha superficie del proyecto abarca 10.66 ha, y tal como se ha manifestado a lo largo de este documento, el resto de la superficie corresponde a vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea que solo requerirá acciones de protección.

Las actividades necesarias para la restauración han sido clasificadas considerando que la superficie del sitio del proyecto para la cual se solicita el cambio de uso de suelo corresponde a vegetación forestal en su condición de selva por lo que dicha actividad requiere de acciones dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que dicha superficie actualmente presenta. A continuación, se enlistan estas actividades:

- Preparación del sitio.
- Producción de plantas.
- Reforestación.
- Mantenimiento del área restaurada.
- Monitoreo.
- Asistencia Técnica.

El análisis de costos que a continuación se presenta se ha realizado lo más cercano posible a las condiciones actuales tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para ello se ha cotizado costos con empresas involucradas en el ramo y ubicadas en estado de Quintana Roo, principalmente en la zona norte (como son constructoras, ferreteras, jardineras y prestadores de servicios turístico).

Además, se tiene en cuenta que la restauración ambiental del sitio se considerará exitosa si se logra que la reforestación realizada tenga una sobrevivencia del 80% y que la altura de la planta sea de 1.50m, lo cual se estima podrá ocurrir en un periodo de 2-3 años. Los datos que se presentan en este apartado obedecen a un escenario de 10 a 15 años como mínimo, por lo que la presente estimación económica se presenta para 10 años.

Es importante mencionar que la estimación económica de las actividades de restauración con motivo de Cambio de Uso de Suelo del proyecto, de una superficie de 10.66ha representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno su condición actual por un **período de establecimiento de 3 años y un periodo de seguimiento de 10 años.**

#### **7.7.1. Preparación del sitio.**

Esta es la primera actividad para realizar la restauración del sitio, cuyo periodo de duración, materiales, costos e incluso la necesidad de llevarse a cabo depende en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Por lo que para tener un parámetro aceptable en esta estimación partiremos de las acciones mínimas necesarias para tener una restauración exitosa



Para el predio en particular se parte del supuesto de la realización de actividades de remoción de malezas y mejoramiento de la capa orgánica del suelo, como preparación del sitio. Por lo que se estima el orden de unos 30 jornales por ha (un jornal equivale a un periodo de trabajo de 8 horas con un costo de 250.00 pesos). Así mismo se ha establecida una superficie de 10.66 ha, por lo que el monto total será de **\$79,950.00 pesos** (320 jornales x 250 pesos).

### 7.7.2. Producción de plantas.

Una vez preparado el terreno se llevará a cabo la reforestación de la superficie afectada (10.66ha) con una densidad promedio de 1,089 plantas por hectárea. Tomando en cuenta que la densidad promedio por hectárea reportada para el predio en este estudio es de 3,579 para el estrato arbóreo-arbustivo y considerando que la superficie total corresponde a 10.66 ha, se estima que se requerirá un total de 11,609 plantas.

Por otra parte, se toma como referencia que la producción de cada planta en vivero hasta alcanzar un mínimo de 30 cm de altura (que se estima suficiente para el trasplante), se calcula en \$30. pesos por planta por lo que adquirir 11, 609 plantas tendrán un costo de **\$ 348, 270.00 pesos**.

De acuerdo con especialistas en la materia (jardinería y plantaciones de árboles en desarrollos turísticos y urbanos), en la Riviera Maya y principalmente en la ciudad de Playa del Carmen el costo promedio por apertura de cepa es de \$15 pesos cada una y por la plantación es igualmente de \$15 pesos cada una es decir un total de \$30 pesos por ambas actividades. Considerando el total de plantas a reforestar (11, 609) el total estimado por la apertura de cepas y plantación es de **\$ 348, 270.00 pesos**

### 7.7.3. Mantenimiento del área restaurada.

En la etapa inicial de la de la plantación y durante los primeros meses será necesario el riego de auxilio y el control de la maleza con el objeto de los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de sobrevivencia esto se aplicará de la siguiente forma:

Riego de auxilio. Durante los tres primeros meses se realizará 4 riegos de auxilio por mes con un costo de \$4000 pesos por ha, por lo que el riego total en los tres meses de las 10.66 ha tendrá un costo de **\$ 127, 920.00**. Es importante mencionar que el riego de auxilio es solamente para lograr el prendimiento de la plantación ya que esta se mantendrá con las lluvias de la temporada.

Control de malezas. El control de la maleza o chapeo se realizará con mayor frecuencia en el primer año teniendo 3 chapeos durante el primer año y 2 durante el segundo año en total serán 5 chapeos con un costo de \$1,800.00 pesos por ha es decir **\$95, 940.00** por los 5 chapeos.

Reposición de plantas. Durante este tiempo se realizará la reposición de las plantas. Actividad que ya se encuentra considerada dentro de porcentaje de sobre vivencia y costo.

#### 7.7.4. Monitoreo.

Finalmente se requiere monitorear el desarrollo de los ejemplares plantados con el propósito de conocer los porcentajes de sobrevivencia de los mismos. Esta actividad se realizará durante los primeros cinco años dicha actividad se realizará en campo cada seis meses teniendo un costo de \$30,000 pesos cada uno. En total en los 5 años se realizarán 10 visitas de monitoreo con un costo total de **\$ 300, 000.00 pesos.**

#### 7.7.5. Asistencia Técnica.

Todas estas actividades que se mencionan para la restauración del área deberán ser supervisadas por personal técnico forestal con registro el cual tendrá que realizar las siguientes acciones:

- Seleccionar las especies que serán reintroducidas al área afectada de acuerdo al inventario forestal del predio.
- Asesorar y supervisar en caso que las plantas sean producidas en viveros en el predio
- Supervisar el trazo y marcado del área de reforestación
- Supervisar la apertura de cepas y la reforestación
- Monitorear el proceso de adaptación de la plantación
- Elaborar los informes técnicos correspondientes

El costo que implica contratar los servicios técnicos forestales es de aproximadamente \$30,000 pesos mensuales durante un periodo mínimo de cinco años, por lo que el monto tal por dichos servicios será de **\$ 1, 800.00.00 pesos.**

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los costos de las actividades de restauración del predio bajo el supuesto que se pretenda regresar a las condiciones actuales la superficie de 10.66 ha del proyecto tras el cambio de uso de suelo.

**Tabla 1. Resumen de costos estimados para las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo.**

| #     | Actividad             | Costo en pesos mexicanos |
|-------|-----------------------|--------------------------|
| 1     | Preparación del sitio | 79, 950.00               |
| 2     | Producción de plantas | 348, 270.00              |
| 3     | <b>Plantación</b>     | 348, 270.00              |
| 4     | Riego de auxilio      | 127, 920.00              |
| 5     | Control de malezas    | 95, 940.00               |
| 6     | Monitoreo             | 300, 000.00              |
| 7     | Asistencia Técnica    | 1, 800, 000.00           |
| Total |                       | 3, 100, 350.00           |

#### 7.7.6. Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema

La vegetación que se desarrolla en el sistema ambiental regional y de la que forma parte la vegetación que se desarrolla en el predio, mantiene su funcionalidad en el adecuado equilibrio entre los componentes bióticos y abióticos.

La presencia de la cubierta vegetal, entre otras funciones, mantiene relación estrecha con las características de permeabilidad y estructura del suelo. Lo anterior, a su vez, establece las condiciones de soporte de la vegetación que como productora primaria se convierte en el origen de las distintas cadenas tróficas compuestas por insectos, aves, reptiles, mamíferos y descomponedores.

Para ello, hay que tener presente que la sucesión vegetal es un proceso ordenado de desarrollo de una comunidad razonablemente racional y predecible, resultando de la modificación del medio ambiente por la comunidad y/o disturbios naturales o inducidos el medio ambiente físico (suelo, clima), determina el patrón, la tasa de cambio y, a menudo, impone los límites hasta donde este desarrollo puede avanzar.

Por otro lado, según Berger (1993)<sup>3</sup> la regeneración puede ocurrir naturalmente sin la intervención del hombre, este es un proceso extremadamente lento, por lo cual, en ocasiones es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar la sucesión y por lo tanto la recuperación del ecosistema. La restauración debe contemplar la combinación de múltiples conocimientos científicos sobre ecofisiología de las especies vegetales, las características del suelo, la dinámica de los nutrientes en el mismo, la historia natural de la localidad, el uso de suelo tradicional, el impacto de la transformación del sistema en las comunidades humanas que lo aprovechan y la importancia económica y social potencial de las especies nativas, entre otros. Esto, a fin de generar como resultado un sistema altamente diverso y similar, en cuanto a composición y estructura, al original.

El proceso de planificación de la restauración comienza eliminando o neutralizando los factores que impiden la recuperación del sistema, por lo que es de vital importancia definir la problemática del sitio para posteriormente definir la meta y objetivos que se quieren conseguir. Además, es de suma importancia que los procesos de planificación se basen en el conocimiento, estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas a restaurar y en las relaciones establecidas entre éstos y los sistemas humanos (Montes, 2002)<sup>4</sup>.

La estructura y funcionalidad del ecosistema para el caso que se hubiese determinado la restauración de las 10.66 ha, el paso inicial habría de ser la restitución del suelo, ya que este es el elemento que determinará en última instancia la distribución y abundancia de la vegetación en la superficie que pudiera sujetarse a la restauración a efecto de cubrir, de inicio y parcialmente, la infiltración de agua al subsuelo.

Dadas las condiciones locales en las que la vegetación cubre amplias extensiones, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria, así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración.

En este momento puede plantearse un escenario en el corto plazo, uno a dos años, en el cual el terreno permite el drenaje natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o parcialmente asistida, el suelo se ha cubierto con plantas herbáceas. Una vez comenzado el proceso de sucesión secundaria, se opta por acelerarlo para llevarlo a una comunidad más compleja y rica en especies. Lo anterior es posible favoreciendo en esta etapa la siembra de

---

<sup>3</sup> Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82

<sup>4</sup> Montes S. Frederiksen. 2002. Manual de métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Ecología Vegetal, Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 82p.

especies no-pioneras. En los espacios donde se determine una sucesión detenida se recurrirá a la inducción de una mezcla de especies locales en virtud de preservar las especies.

Se favorece la reintroducción de otras especies y por tanto, se formula un escenario intermedio, de dos a seis años. Este determinará la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del sotobosque y permitirá la inducción de otras especies arbustivas.

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Alcanzar la comunidad clímax, en este momento, deriva en una cuestión de tiempo en el cual los árboles compiten entre sí por los recursos del suelo, las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas. Paulatinamente, se incrementa el horizonte húmico que a su vez soporta una mayor carga biológica.

Este escenario intermedio planteado, puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1981)<sup>5</sup> el cual atrae aves y murciélagos que al visitarlo aumentan la riqueza de especies por el proceso llamado lluvia de semillas (Martínez-Garza y González-Montagut, 2002)<sup>6</sup> y, más tarde, aumentan la riqueza de la comunidad establecida. Finalmente, la biomasa de la vegetación original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996).

Así es como se establece el tercer escenario, de seis a quince años basado en los procesos naturales de sucesión secundaria en hábitats neotropicales que han sido estudiados. La fase de madurez u óptima, es aquella donde las especies sobresalientes dominan los estratos superiores (donde participan especies heliófitas, esciófitas y hemisciófitas).

Al momento de la restauración deben ser tomadas en cuenta las características específicas del sitio y al momento de iniciarlo ya que en caso de que los procesos de sucesión secundaria hayan comenzado de manera natural se recomienda acelerar el proceso que llevará a un sitio complejo y rico en especies mediante la siembra de especies locales. La presencia de herbívoros y granívoros también es importante para la adecuada selección de las especies de refuerzo (Martínez-Garza et al., 2003<sup>5</sup>, Martínez-Garza et al., 2004b)<sup>7</sup>.

En esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies; porque la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, los árboles ya cuentan con alturas superiores a los 3 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 15 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 15 cm, para especies de rápido crecimiento la cobertura de copa ya es superior al 90%, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de mamíferos gracias a la creación de nuevos hábitats.

---

<sup>5</sup> Gómez-Pompa, A.; Vázquez-Yanes, C. 1981. Successional studies of a rainforest in México. In: West, D.C.; Shugart, H.H.; Botking, D.B., eds. Forest succession, concepts, and applications. New York: Springer-Verlag: 246-266.

<sup>6</sup> Martínez-Garza, C. and R. González-Montagut. 2002. Seed rain of fleshy-fruited species in tropical pastures in Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 457-462.

<sup>7</sup> Martínez-Garza C. and H.F. Howe. 2003. Restoring tropical diversity: beating the time taxon species loss. *Journal of Applied Ecology* 40: 423 -429.

Martínez-Garza, C., S. Saha, V. Torres, J. S. Brown and H. F. Howe. 2004. Planting densities and bird and rodent absence affect size distributions of four dicots in synthetic tallgrass communities. *Oecologia*, 139: 433-439.

A partir de los 15 años de edad ya se puede considerar una selva juvenil con dominancia del estrato superior de especies heliófitas y en esa edad ya se puede notar la presencia de un grupo importante de especies esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas cubiertas con vegetación de selva. A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la selva que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio. Los riesgos constantes en relación a la suspensión del proceso de restauración de esta selva, están relacionados a la presencia de fenómenos meteorológicos, como es el caso de huracanes.

## **7.8. CONCLUSIONES**

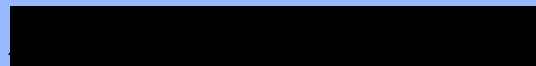
En este Capítulo se ha mostrado como el Proyecto a través de su Sistema de Manejo y Gestión Ambiental establece medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente que pudiera ocasionar su desarrollo, pues atiende a los impactos identificados para el proyecto en el capítulo 5 de este DTU-BR y se apega a lo establecido en los instrumentos jurídicos aplicables.

De este modo es posible afirmar que el proyecto cumple con lo establecido en las Guías para la Elaboración de un Documento Técnico Unificado modalidad B, así como en lo establecido en el Artículo 30 de la LGEEPA sobre el contenido de una Manifestación de Impacto Ambiental. Aunado a la observancia de dicho artículo, el diseño y futura implementación del SMGA, en caso de resultar autorizado el proyecto, representa un compromiso de garantía para la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales esperados con la construcción y operación del proyecto, otorgándole la viabilidad ambiental necesaria en cada una de las etapas de su implementación.

Con las medidas propuestas en el presente Capítulo 7, queda de manifiesto que el proyecto se apega a la legislación ambiental vigente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental y legislación forestales vigente, además de que demuestra que es ambiental y legalmente viable.

# DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B REGIONAL

## PROYECTO: SENDEROS PONIENTE



### *CAPÍTULO 8*

## **CAPÍTULO 8. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **8.1. INTRODUCCIÓN**

La fracción VII Artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, señala que se debe analizar el efecto que tendrá la implementación del Proyecto en el Sistema Ambiental Regional (SAR), considerando los impactos ambientales que se pudieran generar (Capítulo 5), así como el efecto que tendrán las medidas de mitigación y compensación propuestas (Capítulo 7).

Como se menciona y desarrolla a lo largo del presente DTU-BR, la Promovente consideró para la implementación del Proyecto un delicado proceso de planificación ambiental que direccionó el diseño del Proyecto hacia un esquema de viabilidad ambiental, sustentado con el trabajo y recomendaciones de especialistas en temas como geohidrología, vegetación, fauna, humedales, ecosistemas marinos, marco legal, impacto ambiental, sistemas de información geográfica, entre otros. De este modo es posible afirmar que la propuesta del Proyecto es ecológicamente viable, pues es congruente con:

- La conservación y uso sostenible de los ecosistemas y recursos naturales del terreno y la región,
- El cumplimiento de todos los instrumentos legales y normativos aplicables,
- La generación de un proyecto ambiental, legal y arquitectónicamente sustentable,
- La integración del proyecto al paisaje y el medio ambiente.
- La generación de oferta a un segmento de mercado sensible a escenarios de alta calidad ambiental y respeto por la naturaleza.

Con base en lo anteriormente señalado y como complemento a lo que se dispone en la normatividad ambiental, en el presente capítulo se presenta un pronóstico ambiental basado en modelos conceptuales de escenarios regionales (retrospectivo, actual y futuro (con y sin proyecto), con el objeto de determinar la influencia del Proyecto en la región o Sistema Ambiental Regional (SAR) de interés.

Para realizar el planteamiento del pronóstico ambiental y la descripción del escenario actual sin proyecto y el escenario futuro con proyecto se tomaron en cuenta los estudios de caracterización y diagnóstico ambiental del Proyecto que sentaron las bases del proceso de planificación bajo los siguientes criterios:

- a) Delimitación y descripción del SAR y de sus componentes ambientales, en los cuales se inserta el Proyecto (Capítulo 4).
- b) Análisis y cumplimiento de los instrumentos de ordenamiento ecológico y urbano aplicables, así como el resto de las disposiciones jurídicas de observancia obligatoria en materia ambiental (Capítulo 3).

- c) Grado de conservación y preservación de ecosistemas y sus funciones ambientales. (Capítulo 4).
- d) Grado de conservación de las especies faunísticas presentes en el predio y en el SAR. (Capítulo 4).
- e) Superficies de aprovechamiento planteadas por el Proyecto (Capítulo 2).
- f) Ubicación de infraestructura fuera de las zonas con restricciones legales-ambientales (Capítulos 2 y 3).
- g) Implementación de estrategias de análisis, vigilancia, seguimiento y mejoramiento de las condiciones ambientales a través un sistema de manejo ambiental (Capítulo 7).

A lo largo de este capítulo se presenta:

- a) Un análisis retrospectivo del escenario ambiental del sitio.
- b) Descripción del escenario ambiental actual del sitio sin proyecto, que retoma el diagnóstico ambiental presentado en el Capítulo 4.
- c) Descripción del Proyecto con los impactos ambientales que éste generará.
- d) Pronóstico del escenario ambiental con la implementación del Proyecto.
- e) Programa de vigilancia ambiental que retoma lo establecido en el Capítulo 7 del presente DTU-BR.

## **8.2. ANTECEDENTES AMBIENTALES**

El proyecto “Senderos Poniente”, se encuentra inserto dentro del plan maestro Ciudad Mayakoba (antes conocido como “El Ximbal”) autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficios No. SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013 y sus posteriores modificaciones en materia de impacto ambiental autorizadas mediante los oficios resolutivos SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016 y su última modificación SGP/DGIRA/DG/09500. Además, en el Capítulo 3 de este DTU-BR, se describe a detalle la vinculación con distintos instrumentos jurídicos de interés y aplicables al proyecto, por lo anterior, se concluye que el Proyecto se apegará en su totalidad a toda norma y Ley aplicable; respetando los criterios obligatorios del plan maestro y considerando las recomendaciones que se plantean en los diferentes documentos de orden jurídico.



### 8.3. ANÁLISIS RETROSPECTIVO (escenario 1991 – 2009)

El proyecto Senderos Poniente consiste en la conformación de un desarrollo residencial orientado a un mercado de medio y alto poder adquisitivo, a través de la lotificación y urbanización del Lote 15, dotándolo con la infraestructura y el equipamiento necesario para su funcionamiento. Para ello se pretende el aprovechamiento de 10.66 ha a través del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en el Lote 15, el cual cuenta con 17.92 ha, destinado 7.26 ha para la conservación de vegetación natural. Al ubicarse dentro de una zona en vías de desarrollo urbano, el análisis retrospectivo se limitará a las tendencias de desarrollo urbano y manejo de los aspectos medioambientales de la región que han generado el escenario actual.

Con este razonamiento, generar un análisis retrospectivo como insumo para el pronóstico ambiental costero, como es el de la zona de Playa del Carmen, es fundamental para los intereses de este estudio. Por esta razón, y con la intención de integrar de manera objetiva la información disponible y la descrita en los diferentes Capítulos que contiene este DTU-BR, se analizó y en su caso se desarrolló:

- a) Información técnica y cartográfica que permite garantizar un grado de certidumbre aceptable en los análisis históricos.
- b) Modelos confiables predictivos relacionados a determinar las tendencias sociales y políticas en el proceso de desarrollo del SAR
- c) Información geográfica histórica que aportó datos confiables de los tipos de vegetación y el estado de conservación en el SAR
- d) Elementos para analizar el grado de fragmentación de la vegetación natural, y el grado de conservación de esta.
- e) Información histórica.

#### 8.3.1. RELACIÓN DE ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA REGIÓN

La ciudad de Playa del Carmen es parte del municipio de Solidaridad<sup>1</sup>, Quintana Roo. Históricamente era un poblado dedicado a la pesca, agricultura de autoconsumo y de tránsito hacia la Isla de Cozumel (Guido et al., 2009). Comenzó a modificar sus tendencias de desarrollo urbano a finales de los años 80's, influenciado por la fuerte presión que ejerció la saturación de la zona hotelera de Cancún, así como su incorporación al corredor turístico de la Riviera Maya<sup>2</sup>. Aunado a esto, se convirtió en un polo de atracción para la inversión nacional y extranjera, para el desarrollo de proyectos turísticos; así como para inmigrantes en búsqueda de oportunidades de empleo. Según Gutiérrez de Mac Gregor y González (1999), para 1995, el 66% de la población total de la ciudad de Playa del Carmen estaba compuesta por inmigrantes.

La modificación medio ambiental como invasión de dunas o erosión de manglares y la erosión costera son una problemática latente en la zona (Guido et al., 2009). Lo anterior se debe

<sup>1</sup> El 27 de julio de 1993 se separa el municipio de Solidaridad de la Isla de Cozumel, decretándose como un municipio independiente con la ciudad de Playa del Carmen como cabecera.

<sup>2</sup> En este corredor se incluyen poblados de los municipios de Benito Juárez (Puerto Morelos), Solidaridad (Playa del Carmen, Puerto Aventuras y Akumal norte.) y Tulum (Akumal sur, Chemuyil, Chanchemuyil y Tulum).

principalmente a la escasa reglamentación e instrumentos de política pública eficientes para la implementación de proyectos turísticos durante las primeras etapas que potenciaron a la región como gran receptora del sector servicios; en segundo plano, a las malas prácticas en la implementación de proyectos turísticos y por último a la construcción masiva de hoteles y vías que invadieron esta zona (Guido et al., 2009; Camacho, 2015).

Un último factor de interés para este análisis retrospectivo es que la geolocalización de la ciudad de Playa del Carmen la hace vulnerable a huracanes<sup>3</sup>, ciclones tropicales y a los efectos del fenómeno de la niña (entre muchos otros fenómenos hidrometeorológicos), lo que, con el paso de tiempo, al igual que en el resto de la región, ha modificado la morfología costera. Así como también la morfología urbana y las tendencias de crecimiento de la mancha urbana.

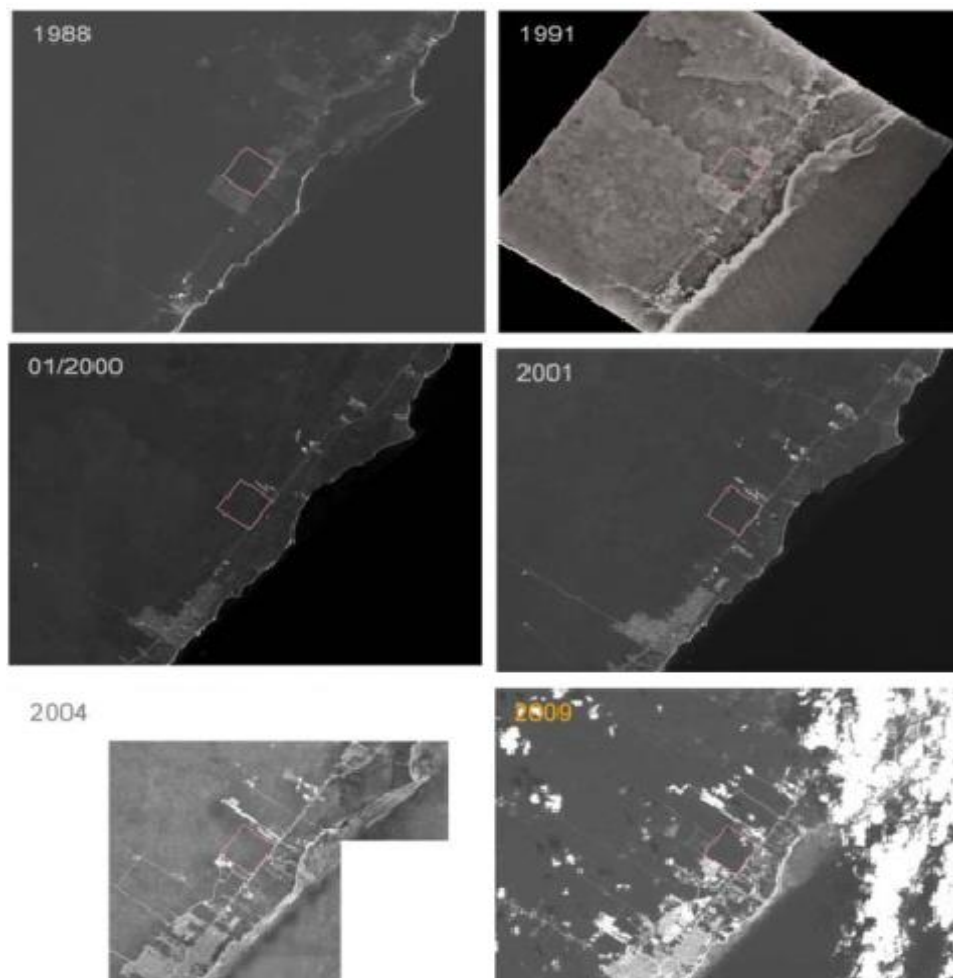
A continuación, se presenta una breve relación de antecedentes históricos de la región:

- Desde fines del siglo XIX y principios del XX, la mayor parte del territorio estatal fue concesionada a grandes compañías para que explotaran maderas, chicle y otros productos forestales.
- En 1937 se constituyó el ejido Playa del Carmen y su fundo legal. En particular el área ocupada por el predio de Ciudad Mayakoba, antes El Ximbal, se mantuvo como propiedad privada y se le dio uso agropecuario.
- Existen evidencias de que hace varias décadas se dieron actividades agropecuarias en el lugar (lo anterior fue verificado a través del análisis de series fotográficas históricas y visitas de campo realizadas al predio para este estudio) (Figura 8. 1).
- Solidaridad, hasta antes de su declaratoria de creación como municipio, lo cual data del 27 de julio 1993, estaba integrado al territorio del municipio de Cozumel. La población de Playa del Carmen, desde entonces proyectaba una dinámica de crecimiento por arriba del 15 % anual.
- Con el auge de la actividad turística en el Corredor Cancún-Tulum, la ciudad de Playa del Carmen comenzó a experimentar un crecimiento explosivo a partir de la década de los noventa y se convirtió en la cabecera del municipio de Solidaridad (1993).
- A partir de la década de los noventa, en la región empezó la expansión de la construcción de infraestructura hotelera y otras actividades asociadas como la explotación de material pétreo.
- La población de Playa del Carmen alcanzó para el año 2005 una tasa del 20.4 % (la más alta en Quintana Roo), lo que se vinculó de manera estrecha con el cambio de las actividades productivas que se tuvieron en la región, fuertemente ligadas con la promoción de las actividades turísticas.
- Esta dinámica de desarrollo se relacionó con su estratégica ubicación con respecto a las ciudades más importantes del norte de la entidad (Cancún, Cozumel y Tulum), por lo que Playa del Carmen se ha llegado a definir propiamente como el corazón de la Riviera Maya.

<sup>3</sup> Se tiene registro de varios eventos, sin embargo, destacan Gilberto en 1988 y Wilma en 2005.

- Es evidente que las tendencias de desarrollo urbano y por lo tanto de modificación del Sistema Ambiental Regional, han estado fuertemente ligadas al impulso del sector servicios de la Región, particularmente enfocado al Turismo.

**Figura 8. 1. Imágenes y fotografías históricas de la zona noroeste de Playa del Carmen. Se puede observar la evolución que se ha dado en la zona durante un periodo de 23 años.**

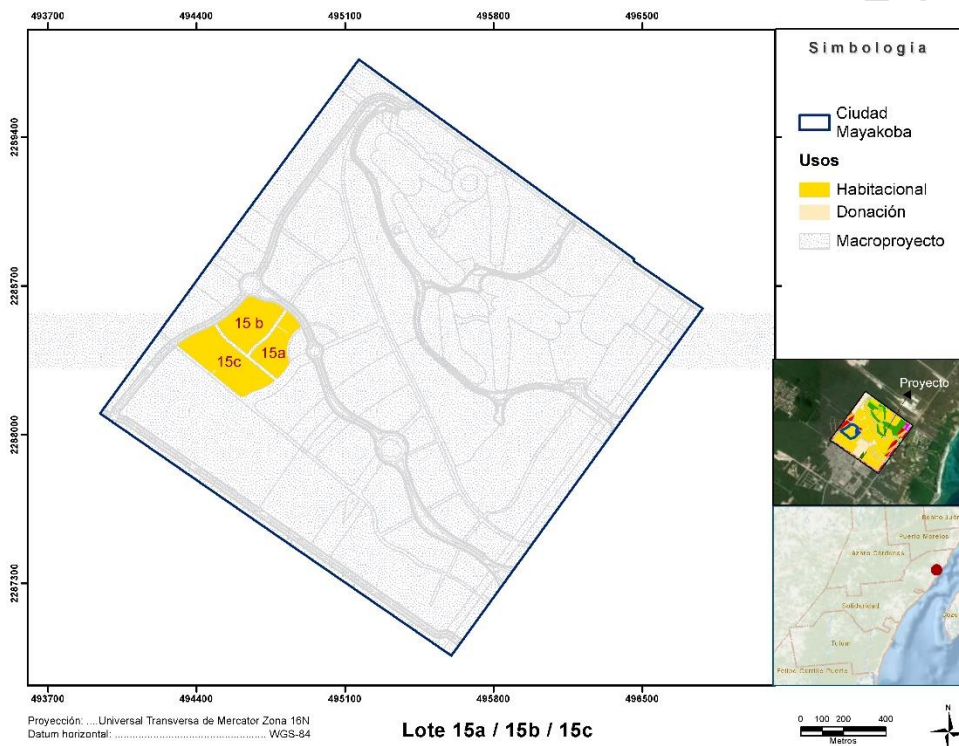


## 8.4. ESCENARIO ACTUAL

Actualmente, el predio donde se pretende realizar el proyecto se encuentra sin infraestructura y se localiza al interior de un predio urbano ubicado a la altura del kilómetro 299 de la Carretera Federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez en la zona norponiente de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, C.P. 77710, Quintana Roo.

De acuerdo con el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J), el predio donde se desarrollará el Proyecto es el lote 15 (Figura 8. 2).

Figura 8. 2. Ubicación del lote 15 al interior de Mayakoba.



La selección del sitio donde se pretende desarrollar el Proyecto está sustentada en el plan maestro de Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”), que distribuye los diferentes usos para que convivan de forma armónica y contribuyan en proporcionar una mejor calidad de vida para sus habitantes. De acuerdo con el PPDU-J, el predio (lote 15) del Proyecto cuenta con una superficie de 14.28 ha para uso de suelo habitacional plurifamiliar (HP-3), 3.63 ha de corredor biológico, una densidad de 1344 viviendas, superficie aprovechable (CMS) del 75% ha y una superficie destinada a conservación del 25%. El lote 15 tiene al interior un corredor biológico, por lo que resultan tres secciones del lote sección A (3.27ha), sección B (4.55ha) y Sección C (6.46ha), el total de la densidad se distribuye en las tres secciones (como se ha descrito en el capítulo 2 y 3 de este DTU-BR).

Al insertarse el Proyecto dentro del plan maestro denominado Ciudad Mayakoba, se cuenta con instalaciones de servicios requeridos para la implementación y operación de desarrollos

inmobiliarios tales como suministro de energía eléctrica, de agua potable, acometidas para la instalación de redes de telecomunicaciones y alcantarillado.

#### 8.4.1. CONTEXTO DE LA NORMATIVIDAD URBANA

El predio del proyecto se desarrolla en un Sistema Ambiental Regional con alto potencial de desarrollo urbano, de acuerdo con los instrumentos de regulación aplicables y los instrumentos de ordenamiento ecológico territorial vigentes:

- a) Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.
- b) Plan parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.
- c) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

##### 8.4.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Local del municipio de Solidaridad (POEL-S), a la ubicación del predio del Proyecto, así como la estructura del Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes "el Ximbal") le corresponden la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 14 Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Para la UGA 14, la vocación del uso del suelo, así como los usos condicionados e incompatibles están definidos por el mismo POEL-S. No obstante, a lo anterior los parámetros urbanos de todo el predio se encuentran definidos por la Modificación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, publicado en el Periódico Oficial de Quintana Roo el 10 de marzo del 2016 los cuales, como se demostrará en el contenido de este capítulo, son cumplidos por el Proyecto.

El Decreto del Ejecutivo del Estado, mediante el cual se establece el POEL-S, en el Estado de Quintana Roo, establece los Criterios de Regulación Ecológica, dichos criterios de regulación de carácter general determinan los parámetros y estándares que deberán cumplirse, así como los límites de cambio aceptables para aprovechar sustentablemente el territorio y las condiciones particulares a que deberán sujetarse los desarrollos o proyectos que pretendan establecerse en el municipio de Solidaridad en función de cada uno de los usos del suelo permitidos en las Unidades de Gestión Ambiental.

Los Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación General, son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos dentro del municipio de Solidaridad, independientemente del uso que se le pretenda dar al suelo de los predios particulares.

De la vinculación legal con el POEL-S que se presenta en el Capítulo 3 del presente DTU-BR, se manifiesta que las actividades propuestas para el Proyecto son compatibles con la vocación del suelo que se les otorga en éste, declaración que ha sido previamente confirmada mediante la autorización número No. SGPA/DGIRA/DG/04219 que realizó la SEMARNAT a la manifestación de impacto ambiental regional del proyecto Ciudad Mayakoba, mismo que da origen al proyecto que hoy nos ocupa, ya que las actividades a desarrollarse y que aquí se acredita su viabilidad ambiental y jurídica, se encontraban planeadas en el proyecto original.

#### 8.4.1.2. Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito

El Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 10 de marzo de 2016 define en su punto 4.7.1.1 al uso Habitacional Plurifamiliar (HP-3) como 2 lotes con accesos controlado y en estrecha relación con la vialidad principal para el acceso a la zona de vivienda. Asimismo, señala que los predios, terrenos y edificaciones construidas en este tipo de zona podrán ser unifamiliares o plurifamiliares.

#### 8.4.1.3. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 es el instrumento rector de la actividad de todas las dependencias y direcciones que conforman el H. Ayuntamiento de Solidaridad. Se construye con base en las necesidades ciudadanas e identifica diversos ejes de gobierno fundamentales que son: Solidaridad humano e incluyente, desarrollo económico ordenado y sostenible, bienestar con esperanza, gobierno seguro y combate a la corrupción.

Siendo el eje fundamental que justifica la viabilidad del Proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo el de “desarrollo económico ordenado y sostenible”, el cual gira alrededor de una propuesta de desarrollo integral de infraestructura que fortalezca la economía local, mediante la mejora de la imagen urbana, los servicios y la oferta turística. El eje se centra en la diversificación de la oferta turística, el fomento al trabajo decente e inclusivo y la producción sostenible, la capacidad de resiliencia y la armonía con el medio ambiente.

Uno de los objetivos estratégico para el programa sectorial “Solidaridad Resiliente”, que formar parte del eje “desarrollo económico ordenado y sostenible”, se centra en proteger y promover el uso sostenible de los recursos naturales adoptando medidas para el combate al cambio climático y la resiliencia, en armonía con el medio ambiente. Para lograr este objetivo se establecen líneas de acción de las cuales se han identificado que son viables al Proyecto las siguiente:

- Fomentar y fortalecer la implementación de programas y acciones que promuevan la separación y manejo de residuos sólidos, así como su reutilización y reciclaje.
- Reforestar diversos puntos del municipio de Solidaridad.
- Promover la educación ambiental no formal para la sostenibilidad.
- Implementar acciones en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

El Proyecto es compatible y coherente con el objetivo estratégico propuesto por el instrumento analizado ya que contribuye a los planteamientos de la planeación municipal 2018-2021 en materia ambiental, así como al fortalecimiento del desarrollo económico ordenado y sostenible mediante la atracción de la inversión al municipio, por el desarrollo del Proyecto en comento, sin ocasionar impactos ambientales significativos.

## 8.5. PRONÓSTICO AMBIENTAL

### 8.5.1. ESCENARIO FUTURO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL SIN PROYECTO

En esta sección se formuló un escenario tendencial posible para la región de estudio (SAR), sin considerar el proyecto como variable de cambio. Para esto se realizó un escenario base tomando en cuenta lo autorizado por el PPDU-J.

La zona en donde se ubica tanto el proyecto en análisis como “El Ximbal” presenta un rápido crecimiento urbano. De las 7,462.21 ha reguladas por el Programa de Desarrollo Urbano de Solidaridad, el 69.99% tiene potencial para ser modificadas en aras del desarrollo de infraestructura urbana, turística, comercial y de vialidades. El 30.01% restante tiene potencial de conservación y preservación.

En cuanto al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen (PDU Playa del Carmen), de las 10,467.01 ha reguladas por este instrumento, el 46.21 % tiene potencial para ser ocupado (4,836.37 ha) principalmente por infraestructura turística, urbana-habitacional, usos mixtos, comercial y de servicios, industria, equipamiento y vialidades. El 53.79 % restante (5,630.63 ha) tiene potencial para la conservación y la preservación, en la cual también se destaca una superficie de 485.14 ha de parques lineales. Esta porción del SAR tiene un potencial para desarrollar 275,692 cuartos hoteleros o 389,394 viviendas, con capacidad de albergar 1,401,281 habitantes.

Por lo anterior, la zona tiene un potencial para modificar u ocupar una superficie de 10,059.31 ha (56.11 % del total), en la cual se pueden desarrollar un total de 325,776 cuartos hoteleros o 550,629 viviendas con capacidad de albergar 1,957,306 habitantes.

En este sentido, de acuerdo con cifras del PDU de Playa del Carmen se espera un crecimiento de 1,144,570 habitantes para el año 2030, es decir, un millón más de personas que las reportadas para el 2010 por el INEGI. Se espera que esta tendencia de crecimiento continúe hasta la década de 2040 y para el 2050 la población alcance 1,957,358 habitantes y comience a detenerse el crecimiento poblacional. Esto implica una demanda constante de servicios y vivienda.

Se espera que debido al crecimiento urbano de Playa del Carmen los servicios ambientales dependientes de la cobertura vegetal, tales como: la generación de oxígeno, formación de suelos, captación de agua, barrera natural y captura de carbono, comiencen su decadencia, disminuyendo en un 50% su capacidad en 20 años.

El crecimiento urbano de Playa del Carmen implicará la degradación paulatina de los ecosistemas en el área y zonas aledañas, y por lo tanto la pérdida de bienes y servicios ambientales asociados a estos. Los procesos dependientes de la cobertura vegetal, tales como la generación de oxígeno, formación de suelos, captación de agua y captura de carbono se mantendrán en el corto plazo al 100%, pero comenzarán a decaer después de 10 a 20 años, manteniéndose en un 50% hasta el largo plazo. Otros procesos más complejos, como reproducción de fauna nativa, interacciones interespecíficas, o biodiversidad resentirán el cambio desde el corto plazo, disminuyendo paulatinamente.

Por otra parte, los fenómenos hidrometeorológicos (tormentas y huracanes) que son frecuentes en la región, se seguirán presentando y acelerarán la pérdida de biodiversidad y de cobertura vegetal, acelerando los procesos de deforestación y crecimiento urbano.

El Proyecto pretende desarrollarse dentro del plan maestro Ciudad Mayakoba, el cual cuenta con una superficie de 409.25 ha, de las cuales se destinarán para aprovechamiento 275.71 ha, para conservación 133.54 ha y con una densidad de 17,272 viviendas autorizadas. Por lo anterior, el plan maestro Ciudad Mayakoba tiene un potencial para modificar u ocupar un área de 67 % del total de su superficie.

Considerando este marco, el escenario sin proyecto es poco probable, ya que se observa que, el predio del Proyecto se encontrará a la mitad del desarrollo urbano de Playa del Carmen que presenta una tendencia de crecimiento, y de manera particular, se encontraría a la mitad del macroproyecto Ciudad Mayakoba, que como se mencionó anteriormente, la planeación urbana ha designado usos predeterminados a cada lote, así como a los lotes aledaños.

Ya sea por la presencia de asentamientos urbanos irregulares o por la presión que ejercería la mancha urbana en expansión, las funciones ambientales del SAR, podrían resultar afectadas, de no tomarse las medidas de planeación urbana adecuadas. Un ejemplo de lo anterior sería el posible uso del sitio propuesto para el Proyecto como basurero no regulado, potencialmente generando problemas de salud humana, contaminación ambiental y mal aspecto en la zona. Otro ejemplo para este escenario, es que, si la mancha urbana continúa en expansión y sin respetar la regulación necesaria, el SAR podría fragmentarse y comprometer sus funciones ambientales, como su capacidad filtro, almacén de carbono, hábitat de organismos, entre otras. Por lo anterior resulta necesario implementar proyectos que impulsen al sitio hacia su zonificación y usos permitidos, de manera ordenada y anticipada.

### **8.5.2. ESCENARIO FUTURO DEL PREDIO SIN PROYECTO**

Retomando lo anteriormente expuesto en este capítulo del DTU-BR, el predio del Proyecto, cuenta con un uso de suelo plurifamiliar asignado por el PPDU-J, por lo tanto, si el Proyecto no se llevará a cabo podría permanecer con vegetación natural, pero se encontraría aislado de otras áreas con vegetación por vialidades y lotes con infraestructura urbana. En ese caso la vegetación del Proyecto cumpliría únicamente funciones como la captura de carbono o la protección del suelo, pero no funcionaría como sitio de refugio, alimentación o reproducción de un gran número de especies. Por otro lado, al permanecer sin desarrollo dentro de un área urbana, y de no contar con medidas que aseguren su cuidado, el destino más probable del predio es funcionar como tiradero clandestino de basura, representando afectaciones tanto para el ambiente como para los demás habitantes del macroproyecto Ciudad Mayakoba y sus colindancias.

### **8.5.3. ESCENARIO FUTURO DEL PREDIO CON PROYECTO**

#### *8.5.3.1. Descripción del Proyecto Propuesto*

El predio del Proyecto se ubica al interior del macroproyecto denominado Ciudad Mayakoba (antes denominado "El Ximbal") autorizado en materia de impacto ambiental mediante el Resolutivo no. SGPA/DGIRA/DG/04219 con fecha del 21 de junio de 2013 y sus posteriores modificaciones autorizadas mediante los oficios SGPA/DGIRA/DG/04219 con fecha de 19 de junio de 2013,



SGPA/DGIRA/DG/03245 del 12 de mayo de 2016 y SGPA/DGIRA/DG/09500 con fecha del 10 de diciembre de 2018, y que es regulado por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J) publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 10 de marzo de 2016.

El proyecto forma parte del Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes “el Ximbal”) y cuenta con una superficie total de **14.28 ha** con un uso de tipo Habitacional Plurifamiliar (HP-3) y **3.63 ha** de Corredor biológico. De las 14.28 ha de superficie, la superficie de aprovechamiento es de 10.66 ha (75%) el 25% restante de la superficie (3.62 ha), será destinado para su conservación. El proyecto se apega a los lineamientos urbanísticos aplicables según el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito 2016 y a lo establecido en la autorización de impacto ambiental en modalidad regional de Ciudad Mayakoba (antes “el Ximbal”) otorgada mediante oficios SGPA/DGIRA/DG/04219 y SGPA/DGIRA/DG/03246. La densidad máxima aplicable al proyecto será de 1,344 unidades residenciales.

El Proyecto estará formado por viviendas unifamiliares y plurifamiliares. A continuación, se enlistan los componentes principales del proyecto:

- 541 viviendas (de acuerdo con la distribución planteada en el capítulo 2).
- 27,720 m<sup>2</sup> (2.77 ha) de vialidades internas.
- 7,098 m<sup>2</sup> (0.71 ha) de arriates que rodearan las vialidades internas.
- 191 m<sup>2</sup> áreas verdes ajardinadas.
- Una caseta en el acceso del predio con una superficie de 121 m<sup>2</sup>.
- 72,569 m<sup>2</sup> (7.26 ha) de áreas de conservación (de acuerdo con la distribución planteada en el capítulo 2).

#### **8.5.4. ESCENARIO DEL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

De acuerdo con el PPDU-J vigente, el predio del Proyecto, cuenta con un uso de suelo Habitacional Plurifamiliar (HP-3), establecido para el desarrollo de viviendas plurifamiliares. La densidad considerada para el lote del Proyecto es de 1344 viviendas, con un coeficiente de ocupación del suelo (COS) que no debe ser mayor del 50% para la edificación de viviendas; un coeficiente de utilización del suelo (CUS) que no debe ser superior al 2.0; un coeficiente de modificación de uso del suelo (CMS) que no deberá de ser mayor al 75% del terreno; y una altura máxima de 6 niveles o 24.0 m.

Si se ejecutará el Proyecto, pero no se aplicasen las medidas de mitigación contempladas en el Capítulo 7 del presente DTU-BR, se esperaría la magnificación de los impactos valorados para la etapa de preparación y construcción tales como la pérdida de individuos de vegetación, la contaminación del suelo y la contaminación del agua. Asimismo, podrían presentarse otros impactos tales como:

- De llevarse a cabo el Proyecto sin realizar medidas de mitigación y prevención, en la etapa de preparación del sitio y construcción de obras las actividades de desmonte que se lleven a cabo de manera descontrolada, repercutirán en la pérdida y/o afectación de flora y de fauna. La falta de control sobre el desmonte de ejemplares prioritarios y de las especies

enlistadas en la NOM-059 con alguna categoría de riesgo, contribuirán en la pérdida de estos ejemplares.

- En el caso de que las actividades no se realicen conforme al programa de trabajo, se aumentará el plazo o duración de los efectos negativos, prolongándose e inclusive aumentando la magnitud de los impactos.
- Al no contar con un manejo adecuado de los residuos generados, se incrementará el riesgo de contaminación del área, lo que podría ocasionar la generación de: lixiviados que contaminen el suelo, acumulación de residuos que provoquen malos olores y que favorezcan el desarrollo de fauna nociva que represente un riesgo para la salud pública.
- De no contar con los cuidados y medidas adecuadas, podría generarse defecación al aire libre, lo que generaría la contaminación del agua, suelo y aire, así como también dispersando parásitos que podrían generar impactos graves de la salud del personal y personas aledañas.
- De no tener un control sobre las especies utilizadas para los jardines del Proyecto se podrían introducir especies exóticas que son más susceptibles a enfermedades y plagas de la zona, disminuyendo sus posibilidades de supervivencia y aumentando la necesidad de aplicar agroquímicos como plaguicidas y fertilizantes o, por otro lado, que sean portadoras de enfermedades que puedan resultar mortales para las especies nativas. Además, podrían introducirse especies exóticas invasoras u oportunistas que desplacen a las especies nativas de la zona, disminuyendo su riqueza y biodiversidad.
- En caso de no contar con un control de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo utilizado durante las actividades de preparación y construcción del Proyecto, es probable que en caso de fallo/descompostura las actividades de mantenimiento se realicen en el área de trabajo sin medidas de contención de derrames y se favorezca la contaminación del suelo, del acuífero y del aire.

Con base en lo anterior, en caso de no efectuarse las medidas de prevención y mitigación, no se espera un escenario deseable, incluso para los propios fines del promovente, ya que representaría pérdidas de recursos, tanto para el ambiente como para el promovente, daría una mala imagen al desarrollo habitacional bajando la demanda de adquisición de los bienes raíces, así como un incremento en la contaminación del área de estudio. Sin embargo, este escenario se debe de tomar en consideración para evitar la generación de situaciones anómalas por la ejecución del Proyecto.

#### **8.5.5. ESCENARIO DEL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

Si se implementa el Proyecto con las medidas de mitigación necesarias, los impactos ambientales significativos en el SAR serían controlados y minimizados. Bajo esta lógica, si se respetan los parámetros de desarrollo urbano establecidos en los instrumentos de política pública aplicables y se respeta e implementa el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto (SMGA-SP), mismo que contiene un Programa de Supervisión Ambiental (propuestos en el Capítulo 7) para los impactos potenciales detectados en este DTU-BR (Capítulo 5) se podrá prevenir, mitigar o compensar los impactos negativos significativos, según sea el caso. Lo anterior, contribuirá a la conservación de los componentes y la función en el SAR.

A continuación, se ejemplifican algunas medidas de mitigación contempladas para el desarrollo del proyecto y se identifican los beneficios potenciales de su aplicación:

- Al realizar el desmonte gradual de la vegetación, se evitará la erosión del suelo y sus efectos perjudiciales. Además, esta acción permitirá realizar una recuperación de la cobertura de suelo, que podrá ser aprovechada dentro de las áreas verdes del Proyecto, cumpliendo con los lineamientos de diseño de este.
- La delimitación de superficies de aprovechamiento y conservación, acorde con la normatividad oficial aplicable (parámetros de ordenamiento territorial y urbano), y desde etapas tempranas del proyecto, propiciará que se mantengan
- El rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna, garantizando la no afectación de especies identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mitigará el impacto potencial sobre estos organismos, permitiéndose su reintroducción al medio natural.

Al contar con medidas de reforestación, se garantizará la efectividad de las acciones de reubicación de los ejemplares de importancia, como son las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como conservar los ejemplares con diámetro normal mayor a los 40 cm, en las áreas de conservación.

- La implementación de sanitarios móviles durante la etapa de construcción del Proyecto, evitará riesgos potenciales a la salud humana, así como la contaminación de SAR.
- Mantener un control y Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, Peligrosos y de Manejo Especial, generados en cada una de las etapas del Proyecto, así como el establecimiento de sitios definidos para la disposición de estos, resultará benéfico para el SAR. Lo anterior, debido a que impedirá la contaminación ambiental, la generación de basurales ilegales y por consiguiente el aporte para la magnificación de la problemática en la ciudad de Playa del Carmen.
- Al contar con un programa de contingencia que contemple posibles escenarios de riesgo ambiental, así como criterios de actuación, se contribuirá a la atención oportuna y la ampliación de impactos negativos en el SAR.
- El Proyecto plantea el promover la implementación de sistemas ahorradores de agua, lo que contribuirá directamente a mitigar la presión sobre las fuentes de abastecimiento de recursos hídricos.

## **8.6. PROGRAMA SUPERVISIÓN AMBIENTAL**

En el Capítulo 7 de este DTU-BR se presenta el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) mediante el cual se establecen medidas de mitigación, compensación y prevención de los impactos identificados en el Capítulo 5, asimismo, este instrumento contempla la identificación y prevención de cualquier impacto no determinado en el presente DTU-BR.

Además, se considera un Programa de Vigilancia y Supervisión Ambiental mediante el cual se vigilará el estricto cumplimiento de las obligaciones ambientales y funcionará como mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los programas del SMGA, lo que garantizará su funcionamiento y mejorará su efectividad. La supervisión ambiental estará presente en todas las etapas del Proyecto, para ello se realizarán visitas con el fin de identificar impactos no previstos y en su caso, emitir las recomendaciones y establecer los lineamientos para remediarlas de manera inmediata.

Para cumplir estos objetivos, los supervisores responsables deberán verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales del Proyecto, incluyendo las medidas de mitigación que se comprometen en el presente DTU-BR, los criterios del ordenamiento ecológico correspondiente, las regulaciones dispuestas en el PPDU correspondiente y otros instrumentos de ordenamiento aplicables, así como lo establecido en la legislación y normatividad ambiental federal y estatal aplicables al Proyecto y las disposiciones que pudiesen surgir de la autorización del presente DTU-BR.

Para llevar a cabo adecuadamente la supervisión ambiental durante todas las etapas del Proyecto, se deberán establecer acuerdos específicos con el responsable durante la etapa que corresponda, de tal forma que se garantice el cumplimiento de las obligaciones ambientales. Dicho responsable será también la vía de comunicación mediante la cual se dará atención a los requerimientos de la supervisión ambiental que necesiten autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales a las establecidas en este SMGA.

## **8.7. CONCLUSIONES**

Aunque se reconoce que la implementación del proyecto implica la generación de impactos ambientales negativos, si son mitigados de manera oportuna y con las medidas contempladas en el Capítulo 7 de este DTU-BR, podrían minimizarse de manera significativa. Por lo anterior, el diseño del Proyecto se basó en un proceso de planificación ambiental, así como el compromiso de la Promovente de implementar un SMGA. Se espera que esto garantice la mitigación y manejo de los impactos, así como el cumplimiento a los instrumentos legales y normativos aplicables al Proyecto.