

**Área que clasifica.** - Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Yucatán

**Identificación del documento.** - Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

**Partes clasificadas. - Partes clasificadas.** - : Domicilio particular, OCR de la credencial de elector, Teléfono y/o correo electrónico de terceros.

**Fundamento Legal.** - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

**Razones.** - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

MEDIO AMBIENTE  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES  
OFICINA DE REPRESENTACIÓN



ESTADO DE YUCATÁN

**Firma del titular.** - Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6, fracción XVI; 32, 33, 34, 35 y 81 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Yucatán, previa designación, firma la, I.A. Jaynet González Alvarado, Subdelegada de Gestión para la Protección y Recursos Naturales.

**Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.** - Resolución No. ACTA 22 2023 SIPOT 3T 2023 ART69, en la sesión celebrada el 13 de octubre del 2023, referente a la fracción VII, del artículo 69 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LFTAIP).

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2023/SIPOT/ACTA\\_22\\_2023\\_SIPOT\\_3T\\_2023\\_ART69.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2023/SIPOT/ACTA_22_2023_SIPOT_3T_2023_ART69.pdf)

# CAPÍTULO I

---

DATOS GENERALES DEL  
PROYECTO, DEL  
PROPROMOVENTE Y DEL  
RESPONSABLE DEL  
ESTUDIO DE IMPACTO  
AMBIENTAL

# CONTENIDO

|       |   |   |
|-------|---|---|
| I.    | DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ..... | 1 |
| I.1   | DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....  | 1 |
| I.1.1 | NOMBRE DEL PROYECTO .....   | 1 |
| I.1.2 | UBICACIÓN DEL PROYECTO .....  | 1 |
| I.1.3 | DURACIÓN DEL PROYECTO .....   | 2 |
| I.1.4 | PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.....   | 3 |
| I.2   | DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....   | 3 |
| I.2.1 | NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....   | 3 |
| I.2.2 | REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE .....   | 3 |
| I.2.3 | NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.....   | 3 |
| I.2.4 | CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL .....                             | 3 |
| I.2.5 | DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE .....  | 3 |
| I.3   | RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....                                  | 3 |
| I.3.1 | NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....   | 3 |
| I.3.2 | REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP .....   | 4 |
| I.3.3 | NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO .....  | 4 |
| I.3.4 | DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO .....   | 4 |

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

## I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

AMPLIACIÓN DEL BANCO DE MATERIALES PÉTREOS

### I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto se ubica en las parcelas marcadas con los números 258, 259, 260, 261, 262 y 263 de la localidad de Tanil, municipio de Umán, Yucatán. Se presenta la ubicación local y general del sitio:

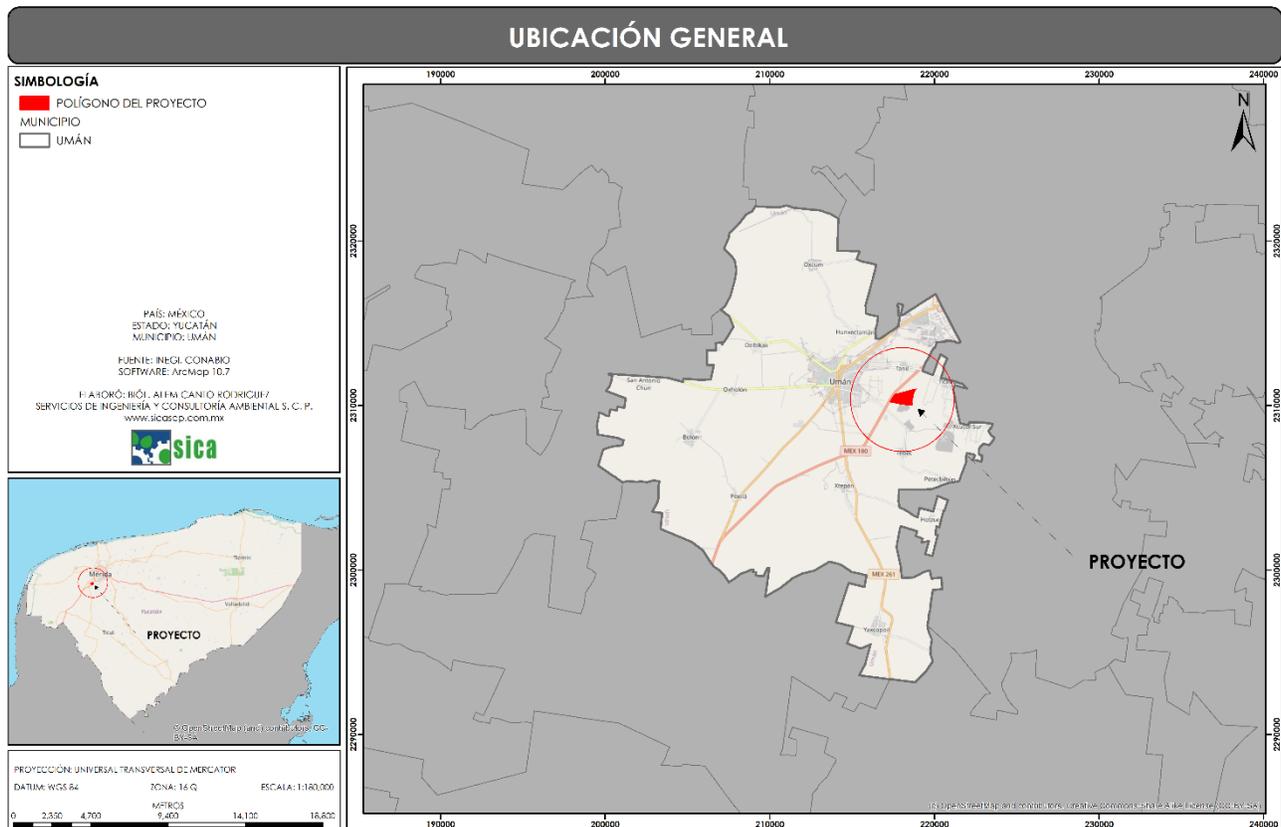
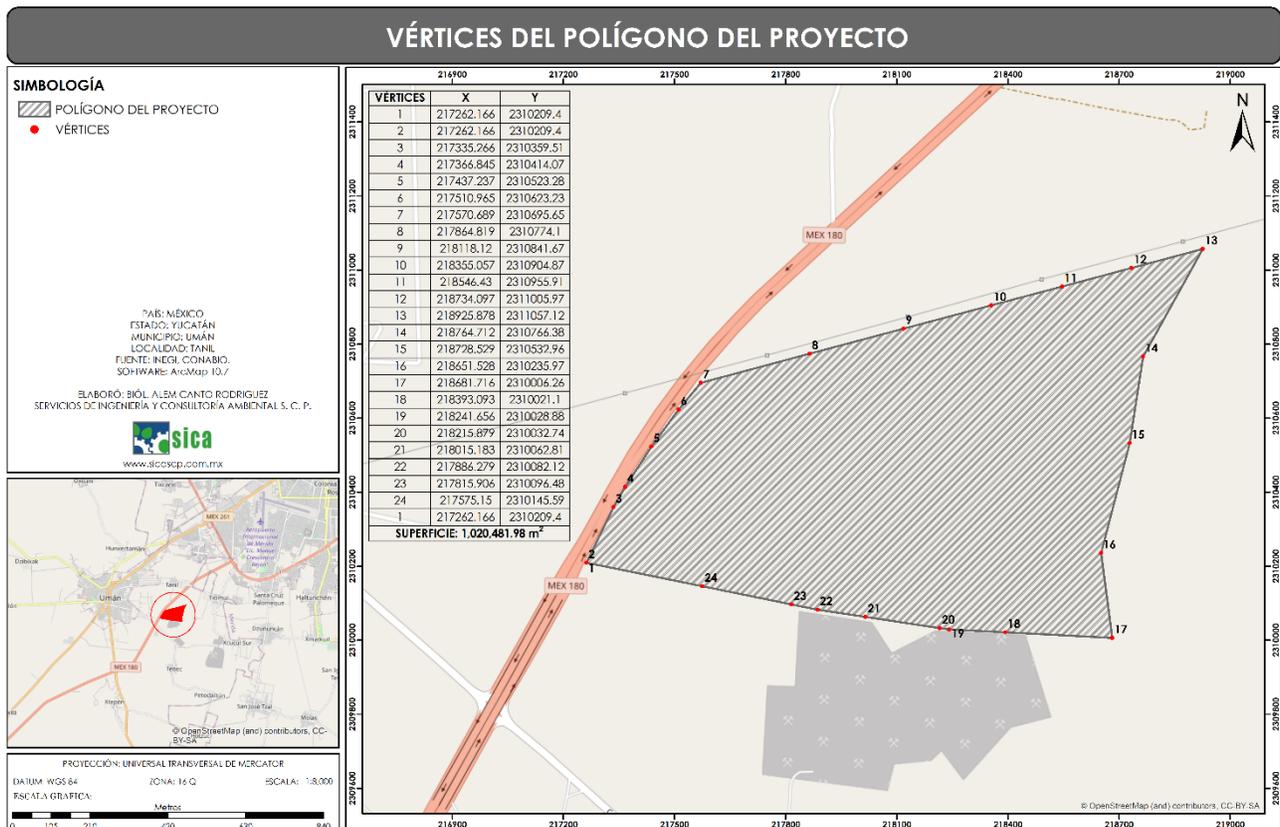


Figura I.1. Ubicación general del proyecto.

Es importante mencionar que el predio NO se ubica en una zona de riesgo (se adjunta el análisis de riesgo en anexo 02); es decir, es nula de actividades sísmicas. Actualmente el sitio presenta vegetación de selva mediana caducifolia con elementos arbustivos-arbóreos principalmente. Cercano al predio se encuentran las localidades de Ticimul, Tebec, Xcucul Sur y Hunxectaman.

Este proyecto traerá beneficios a la población cercana debido a la generación de algunos empleos temporales y permanentes, contribuyendo de tal manera a un mejor desarrollo económico a nivel local, atendiendo la demanda existente de infraestructura básica y de espacios para nuevos desarrollos.



**Figura I.2.** Ubicación local del polígono del proyecto.

### I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

Las obras y componentes que integran el proyecto se realizarán de manera consecutiva, por lo que el proyecto plantea llevarse a cabo en un periodo aproximado de 8 años, realizando la extracción de material por etapas (4 etapas); facilitando de tal forma la consecución de recursos que permitan concluir la obra en el tiempo establecido. En cuanto a las actividades de desmonte y despalme de la vegetación forestal estas se llevarán a cabo conforme el avance del proyecto con el fin de disminuir el impacto hacia el medio, evitar la erosión de

suelos y facilitar la movilidad y resguardo de fauna de lento desplazamiento a las áreas de conservación o zonas aledañas que presenten vegetación conservada.

En cuanto al tiempo de vida útil se considera un periodo de 50 años, ya que se espera que las estructuras permanezcan por un largo periodo de tiempo, recibiendo un mantenimiento constante y preservándolos como integrantes permanentes del paisaje local.

#### **I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN**

Ver **ANEXO 3**, donde se adjunta la documentación legal del proyecto.

---

### **I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE**

#### **I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

MATERIALES ANILLO PERIFÉRICO S.A. DE C.V.

#### **I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE**

MAP770216PX9

#### **I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL**

#### **I.2.4 CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL**

#### **I.2.5 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE**

---

### **I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental S.C.P.

### **I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP**

SIC0706066UA

### **I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO**

NOTA: en el **Anexo 4**, se encuentra la copia de la identificación del responsable y colaboradores de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

La empresa **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL SCP** también se encuentra plenamente inscrita en el Registro Forestal Nacional integrada en el Libro Yuc., tipo VI, Volumen 2, Número 4, Año 13 como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Moral.

### **I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO**

# CAPÍTULO II

---

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

# CONTENIDO

|        |   |    |
|--------|---|----|
| II.    | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....                                     | 1  |
| II.1   | INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....                            | 1  |
| II.1.1 | NATURALEZA DEL PROYECTO.....                                      | 2  |
| II.1.2 | UBICACIÓN DEL PROYECTO .....                                      | 4  |
| II.1.3 | INVERSIÓN REQUERIDA.....  | 7  |
| II.1.4 | DIMENSIONES DEL PROYECTO .....                                    | 7  |
| II.1.5 | USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA .....                    | 15 |
| II.1.6 | URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS ..... | 17 |
| II.2   | CARÁCTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO .....                   | 19 |
| II.3   | PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO .....                                 | 20 |

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente estudio se refiere a la evaluación y mitigación de los impactos ambientales producto de la “Ampliación del Banco de Materiales Pétreos” para extracción de material pétreo en seco, mismo que se ubica en el predio rústico de las parcelas marcadas con los números 258, 259, 260, 261, 262 y 263 de la localidad de Tanil, municipio de Umán, Yucatán. Es importante mencionar que dicho proyecto cuenta con una autorización estatal para explotación de materiales pétreos registrado con **no. expediente 184/2015**.

La empresa promovente del proyecto es denominada MATERIALES ANILLO PERIFÉRICO S.A. DE C.V., y se encuentra representada por el C. Hector Enrique Buenfil Esteves (Ver la documentación legal en el Anexo 2 y 3 de esta MIA-P).

El proyecto tiene como objetivo el cambio de uso del suelo para la Ampliación de un Banco de Materiales, el cual trata de la extracción, explotación y aprovechamiento de los recursos del suelo, especialmente de materiales pétreos, canteras y banco de piedra, los cuales son utilizados como materia prima para la producción de cemento. Lo anterior obedece a la creciente demanda de materiales y agregados pétreos en el Estado de Yucatán, como resultado al aumento en la actividad de la industria de la construcción y al crecimiento urbano de municipios cercanos al área de interés, así como por la cercanía del proyecto a la ciudad de Mérida.

El estado de Yucatán presenta altas tasas de crecimiento de viviendas particulares, ya que en el 2021 aumento el 35% de su demanda inmobiliaria, ocupando la posición 21 a nivel nacional, siendo a su vez el municipio de Umán. Mérida, Kanasín, los estados que concentran mayor número de viviendas; lo anterior debido en gran medida al desarrollo industrial e inmobiliario que impulsa un acelerado incremento poblacional y con ingresos estables para adquirir viviendas.

Desde el punto de vista operacional, el proyecto no requiere de la aplicación de tecnologías altamente sofisticadas para su implementación, por lo que este aspecto fue también de gran consideración en los criterios de selección del sitio de extracción. Es importante resaltar que el grupo empresarial promovente, se ha posicionado en el mercado como una empresa de vanguardia, por lo que representa una agrupación dinámica y comprometida con el medio ambiente durante el desarrollo de conceptos dentro del ámbito industrial.

De manera especial es importante mencionar la necesidad de desarrollar el proyecto, porque se inserta o encaja perfectamente con la estrategia local, regional y estatal, promoviendo la generación de materiales pétreos para la producción de cemento que requiere la industria

de la construcción, con lo cual se evitará la fuga de divisas y se revitalizará la economía local, regional y estatal; además, la generación de empleos traerá como consecuencia una mejora sustancial en la calidad de vida en los centros de población cercanos principalmente.

De igual manera contará con las siguientes o actividades alternas:

- Medidas ambientales previstas
- Maquinaria diversas
- Insumos y materias primas
- Vialidades
- Sistema contra Incendio
- Áreas de amortiguamiento (áreas de conservación)
- Generador eléctrico

Dentro de los impactos económicos que tendrá el proyecto y la aplicación de los resultados que se generen, se encuentra el desarrollo en el ramo de extracción de materiales pétreos, mediante la creación de empleos permanentes y temporales.

Dicho lo anterior, la obra consistirá en la habilitación de un banco de extracción de materiales pétreos en un predio con una superficie total de **1,020,481.98 m<sup>2</sup>** en el que se solicita el cambio de uso de suelo de una superficie de 612,289.19 m<sup>2</sup> (60%), superficie que será explotada, manteniendo un área de 408,192.79 m<sup>2</sup> como amortiguamiento, lo que equivale al 40% en relación a la superficie total del predio, por tanto, este proyecto será sometido para la evaluación en materia de impacto ambiental ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales por ser una obra que solicita el cambio de uso del suelo.

El proyecto se considera de carácter industrial, en apoyo a la creciente demanda de productos (material pétreo los cuales son transformados para la industria de la construcción de la región). Por lo tanto, el proyecto en podrá calificarse como respetable a las condiciones del medio ambiente, dado que empleará un sistema para tratar las aguas residuales, así como medidas específicas para contrarrestar los impactos al medio, tal y como se describe más adelante.

### II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

Tal y como se describe anteriormente, el presente estudio se refiere a la evaluación y mitigación de los impactos ambientales generados por la **Ampliación de un Banco de Materiales Pétreos** en la localidad de Tanil, municipio de Umán, Yucatán, la cual es una obra que requiere del cambio de uso del suelo del terreno forestal.

El predio cuenta con una superficie de **1,020,481.98 m<sup>2</sup>**, en el que se solicita el cambio de uso del suelo de una superficie de **612,289.19 m<sup>2</sup> (60%)**, superficie que será explotada, manteniendo un área de **408,192.79 m<sup>2</sup>** como amortiguamiento, lo que equivale al 40% en relación a la superficie total del predio.

Es importante mencionar que el banco de materiales que actualmente opera en el sitio colindante, tiene una autorización para la extracción, trituración, transformación, compra y venta de piedras, arena y grava; sin embargo, para el presente proyecto únicamente se realizarán la ampliación de áreas para realizar actividades de explotación en seco y una vez terminado el tiempo de vida útil de la explotación para abastecer de material pétreo se procederá a iniciar un estricto programa de reforestación.

La extracción solicitada es en estrato seco, limitándose a extraer material a una profundidad no mayor a 4 metros con un volumen de extracción de 400,000.00 m<sup>3</sup>, esto con la finalidad de evitar posibles daños al manto freático. Los cortes del terreno se harán siguiendo la topografía del sitio para formar terrazas y así facilitar los trabajos de restauración.

Las superficies cubiertas con vegetación (franja de amortiguamiento perimetral) además de dar continuidad con la prestación de servicios ambientales típicos de las selvas, tales como la captación e infiltración del agua, captura de bióxido de carbono, generación de oxígeno, protección del suelo, de la flora y fauna silvestre y en general conservación de la biodiversidad de la región.

Dentro de la ampliación del presente proyecto no se pretende dotar de servicios como drenaje sanitario, red de agua potable, red eléctrica y alumbrado público, pavimentación de vialidades y sistema colector de aguas pluviales ya que para dicha obra solamente se realizarán actividades de explotación. Es importante también mencionar que para el proyecto no se producirán residuos peligrosos o alguno diferente a los descritos para este estudio. Tampoco generarán actividades consideradas como riesgosas.

El presente proyecto cuenta con la capacidad de aportación de beneficios económicos a los pobladores locales, haciendo uso de los recursos ambientales como son: la vegetación nativa, el entorno y los valores culturales, todo ello de una manera sustentable, evitando la generación de desarrollos irregulares mismos que generan cambios de uso de suelo indiscriminados, afectando negativamente elementos ambientales tales como: la cobertura vegetal, la biodiversidad y el recurso hídrico.

## II.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El predio se ubica al sur del estado de Yucatán, ubicado en las parcelas marcadas con los números 258, 259, 260, 261, 262 y 263 de la localidad de Tanil, municipio de Umán, Yucatán. El proyecto colinda con la Carretera Campeche – Mérida. A continuación, se presenta la ubicación particular del proyecto (más detalle en anexo 1):

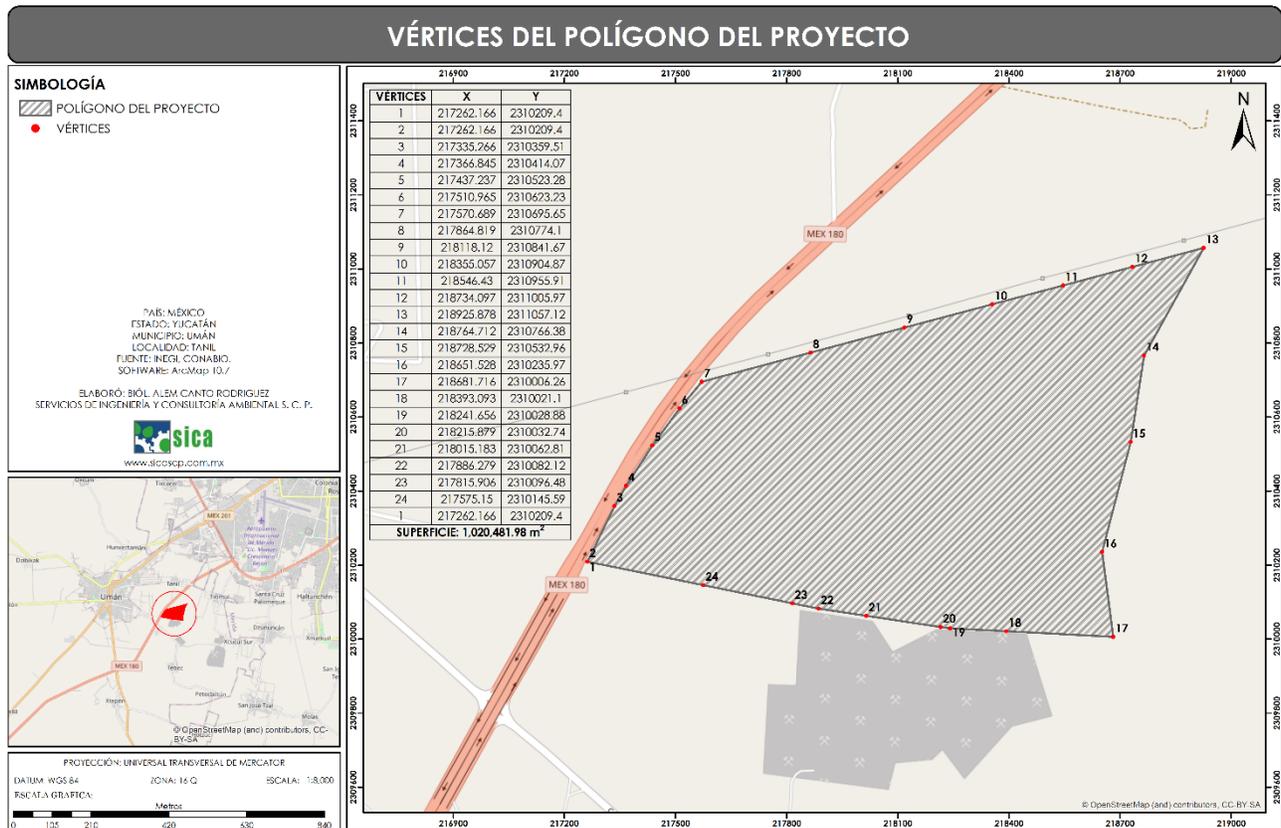


Figura II. 1. Vértices del polígono del proyecto.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los vértices que conforma el polígono del proyecto, descritas en unidades UTM (Datum WGS84, Zona 16 Q) (figura II.2 y tabla II.1.).

Tabla II. 1. Coordenadas Geográficas en UTM (datum wsg84, zona 16Q) del predio.

| VÉRTICE | X            | Y              | VÉRTICE | X             | Y              |
|---------|--------------|----------------|---------|---------------|----------------|
| 1       | 217,258.6100 | 2,310,212.0000 | 13      | 218,761.1550  | 2,310,768.9810 |
| 2       | 217,331.7100 | 2,310,362.1100 | 14      | 218,724.9720  | 2,310,535.5620 |
| 3       | 217,363.2890 | 2,310,416.6710 | 15      | 218,647.9720  | 2,310,238.5650 |
| 4       | 217,433.6800 | 2,310,525.8810 | 16      | 218,678.1600  | 2,310,008.8610 |
| 5       | 217,507.4080 | 2,310,625.8300 | 17      | 218,38.9.5370 | 2,310,023.6960 |
| 6       | 217,567.1320 | 2,310,698.2470 | 18      | 218,238.1000  | 2,310,031.4790 |
| 7       | 217,861.2620 | 2,310,776.7010 | 19      | 218,212.3230  | 2,310,035.3410 |

| VÉRTICE   | X            | Y              | VÉRTICE   | X                                 | Y              |
|-----------|--------------|----------------|-----------|-----------------------------------|----------------|
| <b>8</b>  | 218,114.5630 | 2,310,844.2640 | <b>20</b> | 218,011.6270                      | 2,310,065.4080 |
| <b>9</b>  | 218,351.5000 | 2,310,907.4630 | <b>21</b> | 217,882.7230                      | 2,310,084.7190 |
| <b>10</b> | 218,542.8730 | 2,310,958.5080 | <b>22</b> | 217,812.3500                      | 2,310,099.0740 |
| <b>11</b> | 218,730.5400 | 2,311,008.5650 | <b>23</b> | 217,571.5940                      | 2,310,148.1840 |
| <b>12</b> | 218,922.3210 | 2,311,059.7200 | Total     | <b>1,020,481.98 m<sup>2</sup></b> |                |

Las coordenadas de los vértices para cada una de las parcelas se desglosan a continuación:

**Tabla II. 2.** Coordenadas Geográficas en UTM (datum wsg84, zona 16Q) de parcelas del polígono del proyecto.

| <b>PARCELA 258</b>                   |             |                                  |
|--------------------------------------|-------------|----------------------------------|
| VÉRTICE                              | X           | Y                                |
| 1                                    | 217861.2620 | 2310776.7010                     |
| 2                                    | 217571.5940 | 2310148.1840                     |
| 3                                    | 217258.6100 | 2310212.0000                     |
| 4                                    | 217331.7100 | 2310362.1100                     |
| 5                                    | 217363.2890 | 2310416.6710                     |
| 6                                    | 217433.6800 | 2310525.8810                     |
| 7                                    | 217507.4080 | 2310625.8300                     |
| 8                                    | 217567.1320 | 2310698.2470                     |
| <b>SUPERFICIE TOTAL DEL POLÍGONO</b> |             | <b>175,039.286 m<sup>2</sup></b> |

| <b>PARCELA 259</b>                   |             |                                 |
|--------------------------------------|-------------|---------------------------------|
| VÉRTICE                              | X           | Y                               |
| 1                                    | 218114.5630 | 2310844.2640                    |
| 2                                    | 217812.3500 | 2310099.0740                    |
| 3                                    | 217571.5940 | 2310148.1840                    |
| 4                                    | 217861.2620 | 2310776.7010                    |
| <b>SUPERFICIE TOTAL DEL POLÍGONO</b> |             | <b>158,941.95 m<sup>2</sup></b> |

| <b>PARCELA 260</b>                   |             |                                  |
|--------------------------------------|-------------|----------------------------------|
| VÉRTICE                              | X           | Y                                |
| 1                                    | 218351.5000 | 2310907.4630                     |
| 2                                    | 218011.6270 | 2310065.4080                     |
| 3                                    | 217882.7230 | 2310084.7190                     |
| 4                                    | 217812.3500 | 2310099.0740                     |
| 5                                    | 218114.5630 | 2310844.2640                     |
| <b>SUPERFICIE TOTAL DEL POLÍGONO</b> |             | <b>168,599.521 m<sup>2</sup></b> |

| <b>PARCELA 261</b>                   |             |                                  |
|--------------------------------------|-------------|----------------------------------|
| <b>VÉRTICE</b>                       | <b>X</b>    | <b>Y</b>                         |
| 1                                    | 218542.8730 | 2310958.5080                     |
| 2                                    | 218542.8730 | 2310958.5080                     |
| 3                                    | 218011.6270 | 2310065.4080                     |
| 4                                    | 218351.5000 | 2310907.4630                     |
| <b>SUPERFICIE TOTAL DEL POLÍGONO</b> |             | <b>169,506.096 m<sup>2</sup></b> |

| <b>PARCELA 262</b>                   |             |                                  |
|--------------------------------------|-------------|----------------------------------|
| <b>VÉRTICE</b>                       | <b>X</b>    | <b>Y</b>                         |
| 1                                    | 218730.5400 | 2311008.5650                     |
| 2                                    | 218389.5370 | 2310023.6960                     |
| 3                                    | 218238.1000 | 2310031.4790                     |
| 4                                    | 218212.3230 | 2310035.3410                     |
| <b>SUPERFICIE TOTAL DEL POLÍGONO</b> |             | <b>167,794.795 m<sup>2</sup></b> |

| <b>PARCELA 263</b>                   |             |                                  |
|--------------------------------------|-------------|----------------------------------|
| <b>VÉRTICE</b>                       | <b>X</b>    | <b>Y</b>                         |
| 1                                    | 218922.3210 | 2311059.7200                     |
| 2                                    | 218761.1550 | 2310768.9810                     |
| 3                                    | 218724.9700 | 2310535.5620                     |
| 4                                    | 218647.9720 | 2310238.5650                     |
|                                      | 218678.1600 | 2310008.8610                     |
|                                      | 218389.5370 | 2310023.6960                     |
|                                      | 218730.5400 | 2311008.5650                     |
| <b>SUPERFICIE TOTAL DEL POLÍGONO</b> |             | <b>172,600.336 m<sup>2</sup></b> |

De la superficie total de **1,020,481.98 m<sup>2</sup>**, se solicita el cambio de uso del suelo de una superficie de **612,289.19 m<sup>2</sup>** (60%), manteniendo un área de **408,192.79 m<sup>2</sup>** como amortiguamiento, lo que equivale al 40 % en relación a la superficie total del predio. Ver **figura 2** de plano del proyecto. En el **Anexo 03** de este documento se puede encontrar la escritura con las parcelas en comento.

### II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión requerida para el proyecto es la que a continuación se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla II. 3.** Inversión del proyecto.

| ACTIVIDAD   | MONTO (\$)                 |
|---|----------------------------|
| Monto de infraestructura  | \$1,330,000,000. 00        |
| Estimación del costo de la implementación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales | \$70,000,000.00            |
| <b>Monto total de inversión</b>   | <b>\$1,400,000, 000.00</b> |

La inversión para la realización del proyecto se estima en **\$1,400,000, 000.00 M. N.**, destinados de la siguiente manera: \$1,330,000,000. 00 M. N., para compra de insumos y mano de obra y \$70,000,000.00 M. N., que serán utilizados en las acciones en materia ambiental (para el cumplimiento de las medidas de prevención y de mitigación).

Las actividades referidas en el rubro de protección ambiental son las contempladas en el proyecto: rescate de vegetación, supervisión ambiental en obra, reforestación, verificación vehicular, control de desechos sólidos y peligrosos generados en la construcción, entre otras medidas.

### II.1.4 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El predio cuenta con una superficie de **1,020,481.98 m<sup>2</sup>** (102.0481 ha). Para la construcción de obras se ocupará un área de **612,289.19 m<sup>2</sup>** (61.22289 ha), lo que equivale al 60 % de la superficie total del terreno. El área restante que ocupa una superficie de **408,192.79 m<sup>2</sup>** (40.819279 ha) permanecerá sin afectación, designándola como un área de amortiguamiento, lo que equivale al 40.00 % en relación a la superficie total del predio.

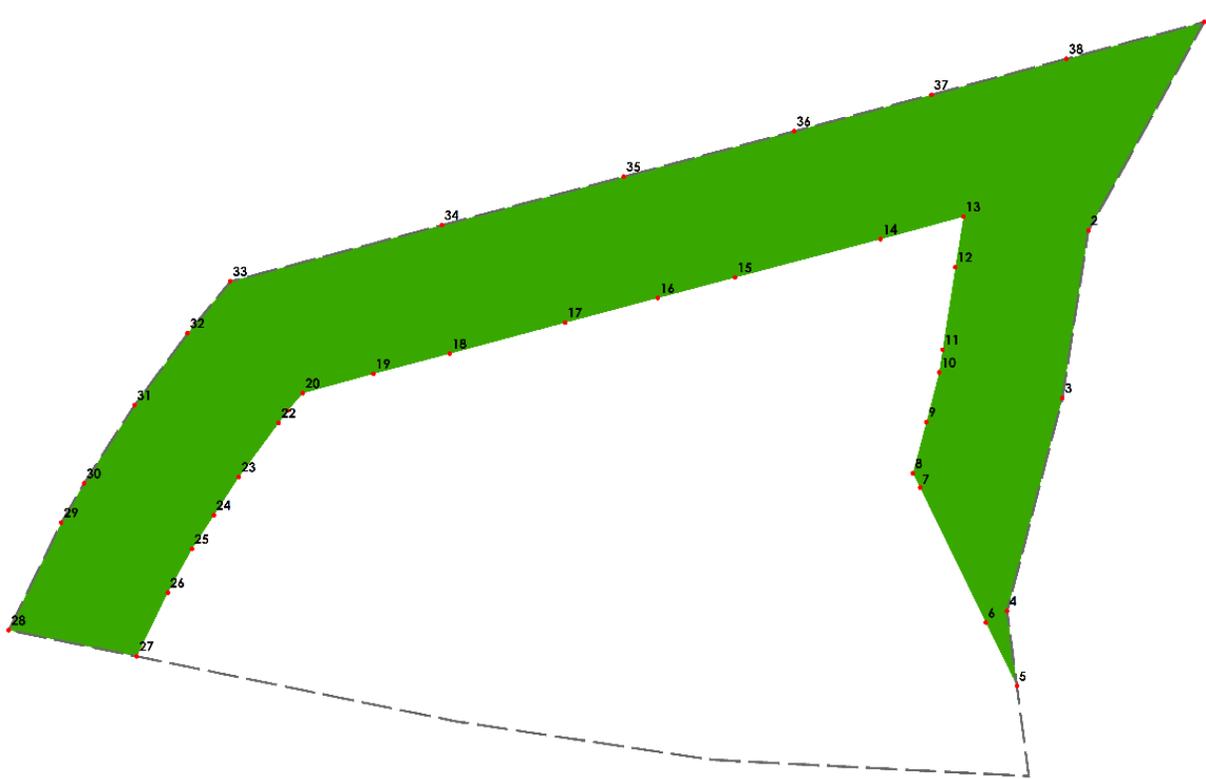
A continuación, se presenta una tabla que especifica las superficies correspondientes al banco de extracción:

**Tabla II. 4.** Desglose de las superficies del proyecto.

| CONCEPTO                            | PARCELA | m <sup>2</sup>    | ha              | %             |
|-------------------------------------|---------|-------------------|-----------------|---------------|
| <b>Área de explotación</b>          | 258     | 50143.24          | 5.0143          | 8.19          |
|                                     | 259     | 119859.28         | 11.9859         | 19.58         |
|                                     | 260     | 125294.73         | 12.5295         | 20.46         |
|                                     | 261     | 133944.76         | 13.3945         | 21.88         |
|                                     | 262     | 120021.67         | 12.0022         | 19.60         |
|                                     | 263     | 63025.51          | 6.3026          | 10.29         |
| Superficie total de explotación     |         | 612289.19         | 61.2289         | 60.00         |
| <b>Área de amortiguamiento</b>      | 258     | 124996.91         | 12.4997         | 30.62         |
|                                     | 259     | 47322.41          | 4.7322          | 11.59         |
|                                     | 260     | 43082.11          | 4.3082          | 10.55         |
|                                     | 261     | 35886.95          | 3.5887          | 8.79          |
|                                     | 262     | 48912.79          | 4.8913          | 11.98         |
|                                     | 263     | 107991.62         | 10.7992         | 26.46         |
| Superficie total de amortiguamiento |         | 408192.79         | 40.8193         | 40.00         |
| <b>SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO</b>  |         | <b>1020481.98</b> | <b>102.0482</b> | <b>100.00</b> |

**Nota:** El proyecto mantendrá áreas de amortiguamiento que serán áreas permeables y sin afectación permanente, cubiertas con vegetación y suelo natural.

En la siguiente figura, se presenta el plano arquitectónico con la distribución de obras del proyecto (más detalle ver anexo 1):



**Figura II. 2.** Plano del proyecto (en verde área de amortiguamiento, en blanco área de explotación).

**DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, A TRAVÉS DE PLANOS GEOREFERENCIADOS.**

El Cambio de Uso de Suelo del Terreno Forestal (CUSTF) se llevará a cabo sobre una superficie de **612,289.19 m<sup>2</sup> (61.1572 ha)** como área de explotación, manteniendo un área de **408,192.79 m<sup>2</sup> (40.8909 ha)** como área de amortiguamiento (ver plano de CUSTF en anexo 1). Se muestra a continuación la tabla con las superficies solicitadas para el CUSTF:

**Tabla II. 5.** Polígono CUSTF presente dentro del predio bajo estudio.

| PARCELA    | PROMOVENTE                                 | POLÍG. CUSTF | SUPERFICIE PRETENDIDA PARA CUSTF (HA) | AFECTACIÓN TEMPORAL O PERMANENTE CON O SIN SELLAMIENTO DEL SUELO | MUNICIPIO | TIPO DE VEGETACIÓN |
|------------|--|--------------|---------------------------------------|--|-----------|--------------------|
| <b>258</b> | Materiales Anillo Periférico, S.A. de C.V. | <b>1</b>     | 50,143.24 m <sup>2</sup>              | PERMANENTE   | Umán      | SMC                |
|            |  |              | 5.0143 (ha)                           |  |           |                    |
| <b>259</b> |  | <b>2</b>     | 119,859.28 m <sup>2</sup>             | PERMANENTE   | Umán      | SMC                |

| PARCELA                    | PROMOVENTE                                 | POLÍG. CUSTF             | SUPERFICIE PRETENDIDA PARA CUSTF (HA)         | AFECTACIÓN TEMPORAL O PERMANENTE CON O SIN SELLAMIENTO DEL SUELO | MUNICIPIO | TIPO DE VEGETACIÓN |
|----------------------------|--|--------------------------|---|--|-----------|--------------------|
|                            |  |                          | 11.9859 (ha)                                  |  |           |                    |
| 260                        | Materiales Anillo Periférico, S.A. de C.V. | 3                        | 125,294.73 m <sup>2</sup>                     | PERMANENTE   | Umán      | SMC                |
|                            |  |                          | 12.5295 (ha)                                  |  |           |                    |
| 261                        |  | 4                        | 133,944.76 m <sup>2</sup>                     | PERMANENTE   | Umán      | SMC                |
|                            |  |                          | 13.3945 (ha)                                  |  |           |                    |
| 262                        |  | 5                        | 120,021.67 m <sup>2</sup>                     | PERMANENTE   | Umán      | SMC                |
|                            |  |                          | 12.0022 (ha)                                  |  |           |                    |
| 263                        | 6  | 63,025.51 m <sup>2</sup> | PERMANENTE                                    | Umán   | SMC       |                    |
|                            |  | 6.3026 (ha)              |   |  |           |                    |
| <b>ÁREA TOTAL DE CUSTF</b> |  |                          | <b>612, 289.19 m<sup>2</sup> (61.2289 ha)</b> |  |           |                    |

\*Clasificada como SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA; sin embargo, con base a las observaciones la vegetación es secundaria derivada de Selva Mediana Caducifolia.

Como se observa en el cuadro anterior, el cambio de uso de suelo del terreno forestal (CUSTF) se realizará en seis parcelas marcadas con los números 258, 259, 260, 261, 262 y 263, mismos terrenos individuales de propiedad ejidal.

A continuación, se presentan las coordenadas delimitantes del polígono en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF, mismas que se pueden verificar a través del plano **CUS 01** y (figura II.3), adjunto en el **anexo 1** del presente estudio.

**Tabla II. 6.** Coordenadas delimitantes del polígono que se solicita para el CUSTF (UTM, datum WGS 84, zona 16 Q).

| POLÍGONO DE CUSTF 01 |           |            |
|----------------------|-----------|------------|
| VÉRTICE              | X         | Y          |
| 1                    | 217765.97 | 2310569.27 |
| 2                    | 217571.59 | 2310148.18 |
| 3                    | 217436.68 | 2310175.69 |
| 4                    | 217479.77 | 2310264.35 |
| 5                    | 217513.71 | 2310325.45 |
| 6                    | 217544.18 | 2310372.41 |
| 7                    | 217578.78 | 2310425.62 |
| 8                    | 217634.30 | 2310500.75 |
| 9                    | 217646.52 | 2310517.80 |

| <b>POLÍGONO DE CUSTF 01</b>                |           |            |
|--|-----------|------------|
| 10   | 217667.87 | 2310542.52 |
| 1  | 217765.97 | 2310569.27 |
| <b>SUPERFICIE: 50,144.13 m<sup>2</sup></b> |           |            |

| <b>POLÍGONO DE CUSTF 02</b>                 |           |            |
|---|-----------|------------|
| <b>VÉRTICE</b>                              | <b>X</b>  | <b>Y</b>   |
| 1   | 217812.35 | 2310099.07 |
| 2   | 217571.59 | 2310148.18 |
| 3   | 217765.97 | 2310569.27 |
| 4   | 217872.18 | 2310597.60 |
| 5   | 218032.89 | 2310640.64 |
| 1   | 217812.35 | 2310099.07 |
| <b>SUPERFICIE: 119,860.18 m<sup>2</sup></b> |           |            |

| <b>POLÍGONO DE CUSTF 03</b>                 |           |            |
|---|-----------|------------|
| <b>VÉRTICE</b>                              | <b>X</b>  | <b>Y</b>   |
| 1   | 218011.63 | 2310065.41 |
| 2   | 217882.72 | 2310084.72 |
| 3   | 217812.35 | 2310099.07 |
| 4   | 218032.89 | 2310640.64 |
| 5   | 218162.06 | 2310674.96 |
| 6   | 218269.51 | 2310703.64 |
| 1   | 218011.63 | 2310065.41 |
| <b>SUPERFICIE: 125,295.63 m<sup>2</sup></b> |           |            |

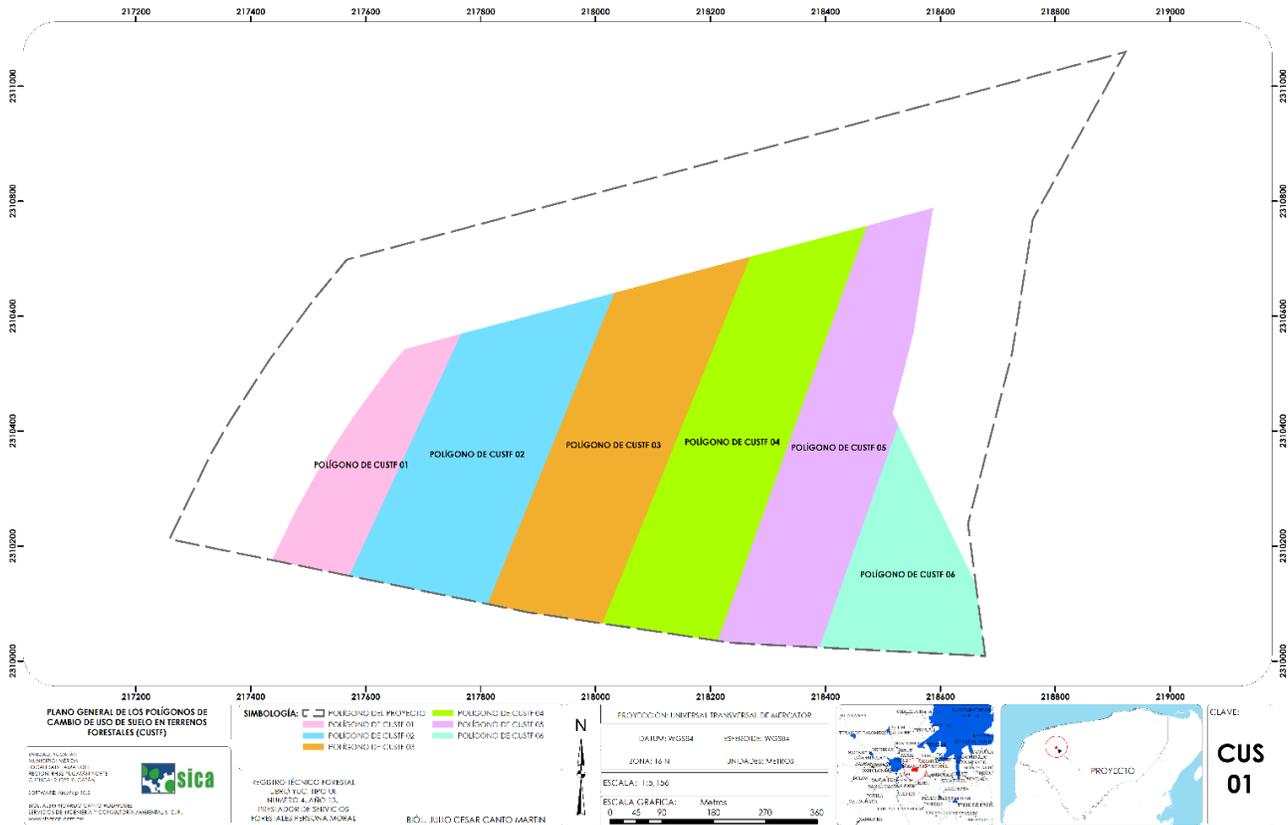
| <b>POLÍGONO DE CUSTF 04</b>                 |           |            |
|---|-----------|------------|
| <b>VÉRTICE</b>                              | <b>X</b>  | <b>Y</b>   |
| 1   | 218212.32 | 2310035.34 |
| 2   | 218011.63 | 2310065.41 |
| 3   | 218269.51 | 2310703.64 |
| 4   | 218471.65 | 2310756.93 |
| 1   | 218212.32 | 2310035.34 |
| <b>SUPERFICIE: 133,945.66 m<sup>2</sup></b> |           |            |

| <b>POLÍGONO DE CUSTF 05</b> |           |            |
|-----------------------------|-----------|------------|
| <b>VÉRTICE</b>              | <b>X</b>  | <b>Y</b>   |
| 1                           | 218389.54 | 2310023.70 |
| 2                           | 218238.10 | 2310031.48 |
| 3                           | 218212.32 | 2310035.34 |
| 4                           | 218471.65 | 2310756.93 |
| 5                           | 218587.33 | 2310788.55 |
| 6                           | 218576.02 | 2310717.95 |
| 7                           | 218558.23 | 2310602.91 |
| 8                           | 218553.35 | 2310571.36 |
| 9                           | 218535.49 | 2310502.19 |

| POLÍGONO DE CUSTF 05                        |           |            |
|---|-----------|------------|
| 10  | 218516.77 | 2310430.90 |
| 11  | 218526.76 | 2310410.74 |
| 1   | 218389.54 | 2310023.70 |
| <b>SUPERFICIE: 120,022.57 m<sup>2</sup></b> |           |            |

| POLÍGONO DE CUSTF 06                       |           |            |
|--|-----------|------------|
| VÉRTICE                                    | X         | Y          |
| 1  | 218661.63 | 2310134.62 |
| 2  | 218678.16 | 2310008.86 |
| 3  | 218389.54 | 2310023.70 |
| 4  | 218526.76 | 2310410.74 |
| 5  | 218618.41 | 2310222.43 |
| 1  | 218661.63 | 2310134.62 |
| <b>SUPERFICIE: 63,026.40 m<sup>2</sup></b> |           |            |

\*Ver coordenadas del CUSTF y área de amortiguamiento en versión digital (anexo 1).



**Figura II. 3.** Representación gráfica del área del proyecto y de los polígonos para el CUSTF (CUS 01).

A continuación, se presentan las coordenadas delimitantes del polígono donde se ubica el área de amortiguamiento, mismo que se puede verificar en el Plano **AM01** del **Anexo 01** de este estudio:

**Tabla II. 7.** Coordenadas geográficas en UTM (datum wsg84, zona 16Q) del área de amortiguamiento.

| <b>POLÍGONO DE AMORTIGUAMIENTO</b> |             |              |
|------------------------------------|-------------|--------------|
| <b>VÉRTICES</b>                    | <b>X</b>    | <b>Y</b>     |
| 1                                  | 218922.3210 | 2311059.7200 |
| 2                                  | 218761.1550 | 2310768.9810 |
| 3                                  | 218724.9700 | 2310535.5620 |
| 4                                  | 218647.9720 | 2310238.5650 |
| 5                                  | 218661.6330 | 2310134.6163 |
| 6                                  | 218618.4134 | 2310222.4334 |
| 7                                  | 218526.7571 | 2310410.7356 |
| 8                                  | 218516.7743 | 2310430.8969 |
| 9                                  | 218535.4884 | 2310502.1943 |
| 10                                 | 218553.3535 | 2310571.3605 |
| 11                                 | 218558.2314 | 2310602.9061 |
| 12                                 | 218576.0204 | 2310717.9478 |
| 13                                 | 218587.3286 | 2310788.5494 |
| 14                                 | 218471.6526 | 2310756.9334 |
| 15                                 | 218269.5066 | 2310703.6413 |
| 16                                 | 218162.0635 | 2310674.9627 |
| 17                                 | 218032.8903 | 2310640.6417 |
| 18                                 | 217872.1835 | 2310597.6040 |
| 19                                 | 217765.9714 | 2310569.2663 |
| 20                                 | 217667.8721 | 2310542.5222 |
| 21                                 | 217646.5175 | 2310517.8048 |
| 22                                 | 217634.2951 | 2310500.7550 |
| 23                                 | 217578.7832 | 2310425.6206 |
| 24                                 | 217544.1810 | 2310372.4110 |
| 25                                 | 217513.7141 | 2310325.4474 |
| 26                                 | 217479.7669 | 2310264.3550 |
| 27                                 | 217436.6839 | 2310175.6915 |
| 28                                 | 217258.6099 | 2310212.0000 |
| 29                                 | 217331.7099 | 2310362.1100 |
| 30                                 | 217363.2889 | 2310416.6710 |
| 31                                 | 217433.6799 | 2310525.8810 |
| 32                                 | 217507.4079 | 2310625.8300 |
| 33                                 | 217567.1319 | 2310698.2470 |
| 34                                 | 217861.2620 | 2310776.7010 |
| 35                                 | 218114.5630 | 2310844.2640 |
| 36                                 | 218351.5000 | 2310907.4630 |

| <b>POLÍGONO DE AMORTIGUAMIENTO</b>          |             |              |
|---|-------------|--------------|
| VÉRTICES                                    | X           | Y            |
| 37  | 218542.8730 | 2310958.5080 |
| 38  | 218730.5400 | 2311008.5650 |
| 1   | 218922.3210 | 2311059.7200 |
| <b>SUPERFICIE: 408,192.79 m<sup>2</sup></b> |             |              |

En base a las observaciones realizadas en campo y a los resultados de los muestreos, imágenes satelitales y fotografías aéreas del sitio se realizó la siguiente clasificación de la vegetación:

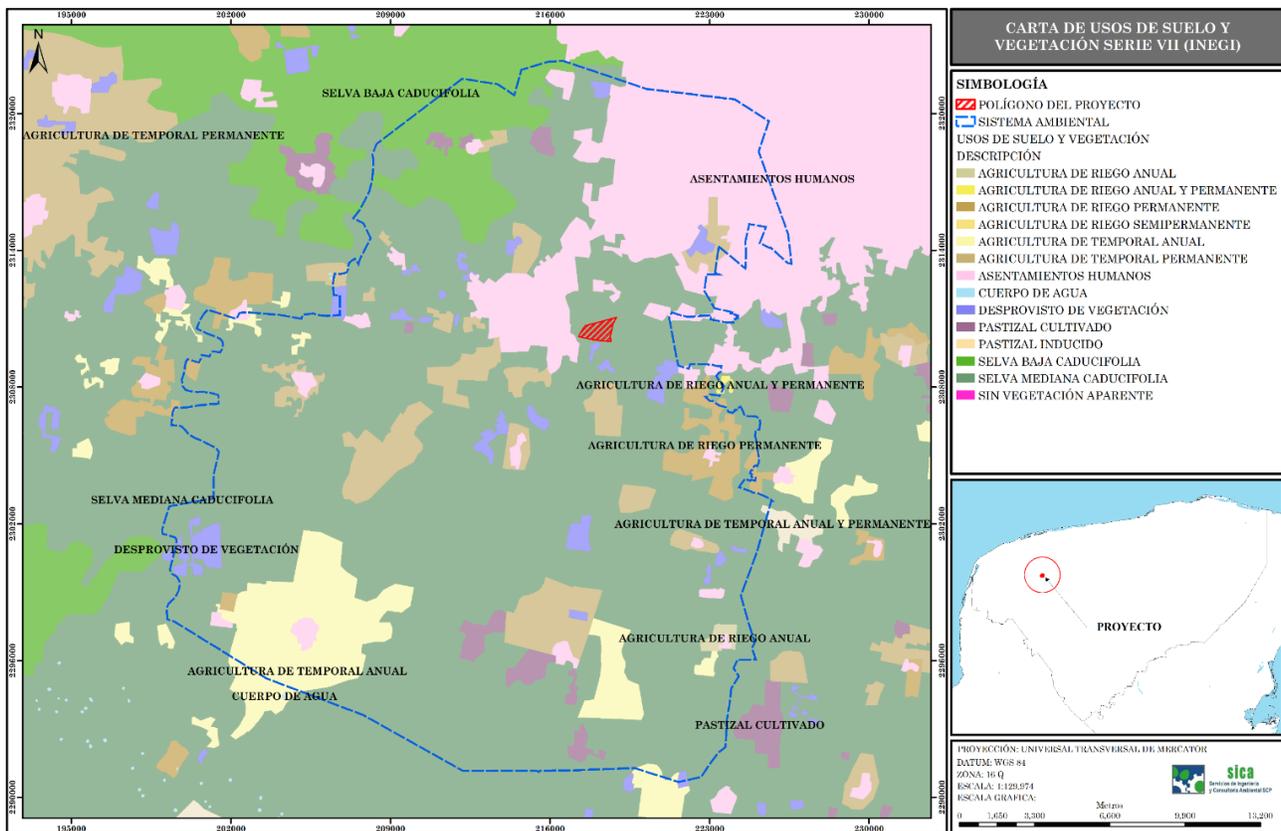
**Tabla II. 8.** Clasificación de las superficies para proyectos que requieran el CUSTF.

| ZONAS  | CLASIFICACIONES  | SUPERFICIE<br>(HA) | PORCENTAJE<br>(%) |
|--|--|--------------------|-------------------|
| Zonas de<br>Conservación y<br>aprovechamiento<br>restringido | Áreas Naturales Protegidas   | 0.0                | 0.0%              |
|  | Superficie arriba de los 3,000 MSNM  | 0.0                | 0.0%              |
|  | Superficie con pendientes mayores al 100% o 45°  | 0.0                | 0.0%              |
|  | Superficies con vegetación de Manglar o Bosque mesófilo de montaña                               | 0.0                | 0.0%              |
|  | Superficie con vegetación en galería   | 0.0                | 0.0%              |
| Zonas de<br>producción                                       | Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable alta        | 0.0                | 0.0%              |
|  | Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable Media,      | 0.0                | 0.0%              |
|  | <b>Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja</b> | <b>61.2289 ha</b>  | <b>60.00%</b>     |
|  | Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas   | 0.0                | 0.0%              |
|  | Terrenos adecuados para realizar forestaciones   | 0.0                | 0.0%              |
| Zonas de<br>restauración                                     | Terrenos con degradación alta  | 0.0                | 0.0%              |
|  | Terrenos con degradación media   | 0.0                | 0.0%              |
|  | Terrenos con degradación baja  | 0.0                | 0.0%              |
|  | Terrenos degradados que ya estén sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración.        | 0.0                | 0.0%              |

En conclusión, se tiene que la superficie forestal que será solicitada para el cambio de uso de suelo es de **61.2289 ha**, que representa el **60 %** del área total. No obstante, a lo anterior, es importante volver a recalcar que el porcentaje restante será destinado como área de amortiguamiento. Dichas áreas mantendrán el suelo y vegetación natural, dando continuidad a la prestación de servicios ambientales típicos de las selvas, como la captación e infiltración del agua, captura de bióxido de carbono, generación de oxígeno, protección del suelo, de la flora y fauna silvestre y en general de la conservación de la biodiversidad.

## II.1.5 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA

Actualmente el terreno donde se pretende establecer el proyecto es de tipo rústico constituido por una Vegetación de Selva Mediana Caducifolia (Miranda, 1978; CONABIO, 2006; Flores y Espejel, 1994), coincidiendo con la clasificación del INEGI Serie VI, en su Carta de uso de suelo y vegetación, que clasifica el sitio con un tipo de vegetación de Selva Mediana Caducifolia, tal como se puede observar en la figura siguiente:



**Figura II.4.** Mapa de ubicación del proyecto con respecto a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI serie VI.

Sin embargo, en base a las observaciones de campo, los muestreos y el inventario realizado en el predio se pudo observar que la vegetación ciertamente es secundaria derivada de selva

mediana caducifolia con predominancia del estrato arbóreo y con grado de recuperación medio. Esto se puede visualizar por la presencia de individuos con talla y estatura importante, y en el número importante de árboles adultos, que son producto de la regeneración natural de la vegetación. No obstante, en general la vegetación presente en al área de estudio dista de ser un ecosistema excepcional, más bien se trata de un estado secundario con evidencias de afectación en años anteriores.

De manera que desde la perspectiva general de la vegetación, se puede describir que el predio cuenta con zonas cubiertas de vegetación secundaria derivada de **selva mediana caducifolia con vocación forestal** de acuerdo al número de árboles y sus medidas dasométricas.

Por otra parte, de acuerdo al POETY, el área del proyecto se encuentra entre las unidades de gestión ambiental **1.2 A. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal** y **1.2N Área Metropolitana**, en la que predomina el suelo urbano, siendo compatible con industria de la transformación, apicultura, silvicultura, turismo alternativo (ecoturismo), agricultura de hortalizas, siendo condicionado la **extracción de materiales pétreos**. Por lo que el proyecto, no se contrapone con este ordenamiento, siendo compatible con el uso de suelo destinado.

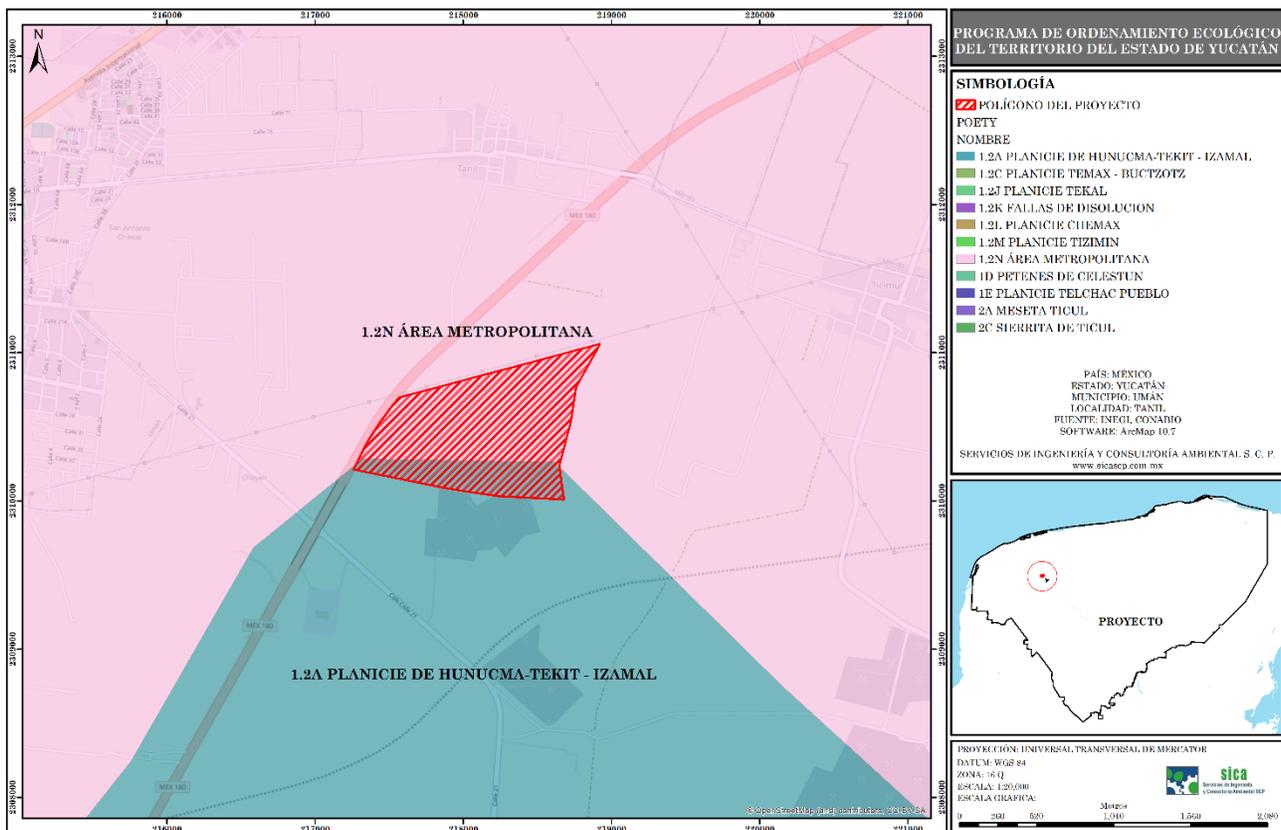


Figura II. 5. Plano de ubicación del proyecto con respecto al POETY.

## II.1.6 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

En la zona del proyecto se cuenta con los servicios públicos urbanos bien desarrollados, como son la energía eléctrica, agua potable y servicio de telefonía local y celular. La zona también cuenta con servicios de autotransporte, centros de salud, servicios educativos y áreas de entretenimiento y deportivas. Así mismo, aproximadamente a 20 metros del predio se encuentra la línea de tendido eléctrico, por lo que el actual banco de materiales se abastece de los servicios de luz ofrecidos por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

La vialidad existente en el área de influencia (**Carretera Federal No. 180 de Campeche - Mérida**) es suficiente para soportar la carga vehicular adicional debido a la ocupación del futuro desarrollo inmobiliario, por otra parte, no se prevé el desabasto de los servicios públicos en la zona.

Actualmente y de manera general, el predio se encuentra sin actividades y con una cubierta de vegetación secundaria en diferentes grados de recuperación. No obstante, dentro del mismo polígono se puede notar vegetación mejor desarrollada con predominancia de elementos arbustivos-arbóreos.

En cuanto a los residuos sólidos no peligrosos que se generen durante las etapas de preparación de sitio y operación del banco (explotación), serán almacenados de manera temporal en sitios adecuados y trasladados en vehículos de las empresas contratistas para su disposición final hacia sitios autorizados. La periodicidad con la que se lleve a cabo dicha actividad dependerá de los volúmenes generados por el personal en obra. Las actividades podrían generar cantidades bajas de residuos peligrosos derivados de fallas esporádicas de maquinaria y del uso de pinturas. En caso pertinente, se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora especializada municipal, con la frecuencia necesaria de acuerdo a los volúmenes de residuos peligrosos generados.

### Vías de acceso

Como se observa en la **Figura II.6.**, se puede acceder al predio por la **Carretera Federal No. 180 de Campeche - Mérida**, con desviación hacia el actual banco de materiales MAPSA, en el cual se cuenta con un acceso directo de terracería hacia dicho polígono, tal y como se muestra en la siguiente figura:



**Figura II. 6.** Rutas de acceso al predio.

En cuanto a las colindancias, encuentra a 1.55 km de la localidad de Tanil, a 3.5 km del municipio de Umán y a 5.10 km del municipio de Mérida, con desviación hacia la localidad,

## **DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS**

### **Agua potable**

En el caso del agua potable, durante la construcción de obras, el agua se mantendrá en contenedores de 200 L para su uso inmediato. Para el agua utilizada durante la etapa operativa para riego de suelo, y para uso personal del banco que se encuentra actualmente operando, al ser éste, parte de una ampliación del actual banco de materiales de Mapsa, el recurso agua, se prestará de los servicios actuales con los que cuenta el banco de materiales. La presión mínima adecuada será garantizada por medio de un sistema de presión constante a base de bombas y variadores de velocidad.

### **Aguas residuales**

Las aguas residuales de origen sanitario que se generen durante la preparación del sitio y construcción de las obras serán manejadas y dispuestas por una empresa arrendadora de letrinas móviles, misma que le dará el mantenimiento adecuado y disposición de aguas sanitarias a sitios especiales autorizados.

## II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El predio objeto del proyecto presenta vocación forestal motivo por lo que éste manifiesto de impacto ambiental será desarrollado en conjunto con un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para obtener tanto la autorización del cambio de uso de suelo para explotación de material pétreo.

El predio cuenta con una superficie de **1,020,481.98 m<sup>2</sup>**, en el que se solicita el cambio de uso del suelo de una superficie de **612,289.19 m<sup>2</sup> (60%)**, superficie que será explotada, manteniendo un área de **408,192.79 m<sup>2</sup>** como amortiguamiento, lo que equivale al 40% en relación a la superficie total del predio.

Es importante mencionar que el banco de materiales que actualmente opera en el sitio colindante, tiene una autorización para la extracción, trituración, transformación, compra y venta de piedras, arena y grava; sin embargo, para el presente proyecto únicamente se realizarán la ampliación de áreas para realizar actividades de explotación en seco y una vez terminado el tiempo de vida útil de la explotación para abastecer de material pétreo se procederá a iniciar un estricto programa de reforestación. La extracción solicitada es en estrato seco, limitándose a extraer material a una profundidad no mayor a 4 metros con un volumen de extracción de 400,000.00 m<sup>3</sup>, esto con la finalidad de evitar posibles daños al manto freático. Los cortes del terreno se harán siguiendo la topografía del sitio para formar terrazas y así facilitar los trabajos de restauración.

Las superficies cubiertas con vegetación (franja de amortiguamiento perimetral) además de dar continuidad con la prestación de servicios ambientales típicos de las selvas, tales como la captación e infiltración del agua, captura de bióxido de carbono, generación de oxígeno, protección del suelo, de la flora y fauna silvestre y en general conservación de la biodiversidad de la región, tienen la finalidad

Dentro de la ampliación del presente proyecto no se pretende dotar de servicios como drenaje sanitario, red de agua potable, red eléctrica y alumbrado público, pavimentación de vialidades y sistema colector de aguas pluviales ya que para dicha obra solamente se realizarán actividades de explotación. Es importante también mencionar que para el proyecto no se producirán residuos peligrosos o alguno diferente a los descritos para este estudio. Tampoco generarán actividades consideradas como riesgosas.

### II.2.1. PRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

Como se menciona anteriormente, el proyecto se encuentra en la localidad de Tanil, municipio de Umán, Yucatán. Las obras constructivas con las que contará el proyecto

abarcarán el 60 % de la superficie total del predio, así mismo mantendrá el 40 % de la superficie con áreas con vegetación y suelo natural, tal y como se observa en la Figura II.3.

## II.3 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El programa de trabajo iniciará en tanto se obtengan las autorizaciones en Materia de Impacto Ambiental y forestal por la SEMARNAT. Se proyecta ejecutar la obra en un periodo máximo de 8 años (4 etapas) que irán desarrollándose de manera consecutiva hasta su conclusión. A continuación, se presenta una tabla con la calendarización de todo el proyecto, desglosado por etapas (preparación del sitio, operación y abandono) señalando el tiempo que llevará su ejecución:

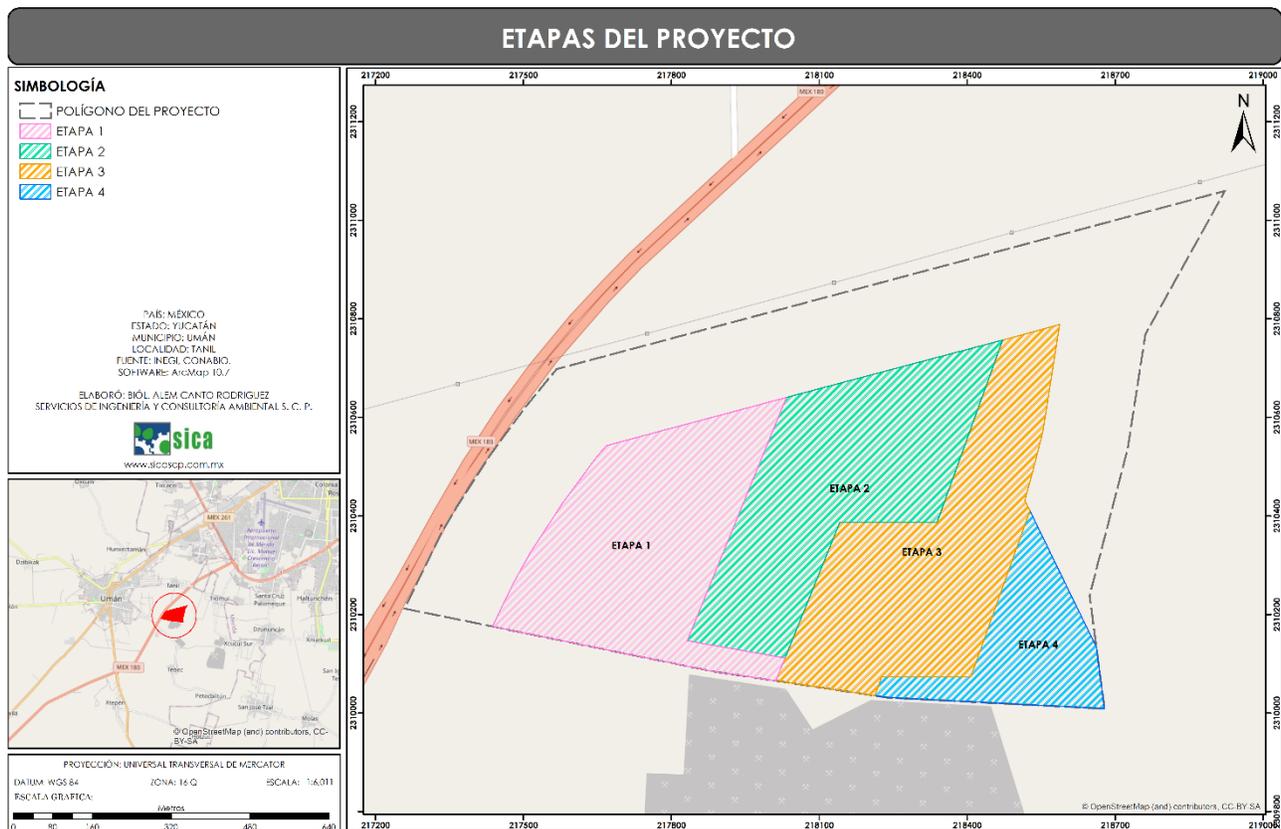


Figura II. 7. Etapas de avance del proyecto.

Tabla II. 9. Obras y actividades a realizar por etapa del proyecto.

| PLANEACIÓN  |
|---|
| Elaboración de estudios de factibilidad.<br>Gestión de autorizaciones.                              |
| Etapa de preparación del Sitio  |
| Ejecución del Programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre de interés especial. |

Ejecución del Programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre.  
Desmonte y despalme del terreno (picado de productos resultantes y extracción de residuos aprovechables).  
Acondicionamiento de caminos de acceso.  
Instalación de almacenes, sanitarios y obras auxiliares.  
Manejo y disposición de residuos.

**Etapa de Operación y Mantenimiento**

Barrenación  
Dinamitación de materiales  
Quebrado de materiales (las actividades de triturado son parte de las obras se realiza en actual banco de materiales que se encuentra autorizado y en operación).  
Acarreo de materiales.  
Vertido del material a la banda transportadora.  
Mantenimiento de vehículos y maquinaria.  
Retiro de maquinaria.  
Limpieza del área.

**Etapa de Abandono del Sitio**

Ejecución del Programa de restauración.  
Monitoreo de las actividades de restauración.

De manera general, se presenta el programa general de trabajo que será empleado para las 4 etapas de trabajo que serán realizadas en dos años cada una.

**Tabla II. 10.** Programa general de trabajo.

| CONCEPTO  | PERIODO DE EJECUCIÓN POR ETAPA |                   |                   |                   |
|---|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|   | 10 AÑOS                        |                   |                   |                   |
|   | ETAPAS                         |                   |                   |                   |
|   | ETAPA 1<br>2 AÑOS              | ETAPA 2<br>2 AÑOS | ETAPA 3<br>2 AÑOS | ETAPA 4<br>2 AÑOS |
| <b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>  |                                |                   |                   |                   |
| Trazo y marcaje del área de explotación   | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Desmonte y despalme   | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Ejecución del Programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre de interés especial. | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Ejecución del Programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre.                     | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Acondicionamiento de caminos de acceso.   | X                              | X                 | X                 | X                 |

| CONCEPTO   | PERIODO DE EJECUCIÓN POR ETAPA |                   |                   |                   |
|--|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | 10 AÑOS                        |                   |                   |                   |
|  | ETAPAS                         |                   |                   |                   |
|  | ETAPA 1<br>2 AÑOS              | ETAPA 2<br>2 AÑOS | ETAPA 3<br>2 AÑOS | ETAPA 4<br>2 AÑOS |
| Instalación de almacenes, sanitarios y obras auxiliares.                     | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Manejo y disposición de residuos   | X                              | X                 | X                 | X                 |
| <b>OPERACIÓN</b>   |                                |                   |                   |                   |
| Perforación, dinamitación de materiales y obtención de roca caliza           | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Extracción de material pétreo  | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Carga en camiones de volteo  | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Traslado del material pétreo (Acarreo y Transporte)                          | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Mantenimiento de vehículos y maquinaria.                                     | X                              | X                 | X                 | X                 |
| <b>ABANDONO DEL SITIO</b>  |                                |                   |                   |                   |
| Retiro de Maquinaria, equipos y material pétreo sobrante, Limpieza del sitio | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Desarrollo de programa de Restauración de las áreas degradadas               | X                              | X                 | X                 | X                 |
| Monitoreo de las actividades de restauración                                 | X                              | X                 | X                 | X                 |

Es importante aclarar que el rescate de flora y fauna se realizará sobre las áreas que serán afectadas por las actividades de explotación. A continuación, se presenta el desglose de actividades por cada una de las etapas del trabajo (2 años):

| Concepto   | Actividades por etapa (4 ETAPAS) |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |
|--|----------------------------------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|
|  | AÑO 1                            |   |   |   |   |   | AÑO 2 |   |   |   |   |   |
|  | Bimestres                        |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |
|  | 1                                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>   |                                  |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |
| Trazo y marcaje del área de explotación  | X                                |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |
| Ejecución del Programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre de interés especial | X                                | X | X | X | X |   |       |   |   |   |   |   |

| Concepto  | Actividades por etapa (4 ETAPAS) |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |
|---|----------------------------------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|
|   | AÑO 1                            |   |   |   |   |   | AÑO 2 |   |   |   |   |   |
|   | Bimestres                        |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |
|   | 1                                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Ejecución del Programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre. | x                                | x | x | x |   |   |       |   |   |   |   |   |
| Desmonte y despalme   |                                  | x | x | x |   |   |       |   |   |   |   |   |
| Acondicionamiento de caminos de acceso.   |                                  |   |   | x |   |   |       |   |   |   |   |   |
| Instalación de almacenes, sanitarios y obras auxiliares.                        |                                  |   |   | x |   |   |       |   |   |   |   |   |
| Manejo y disposición de residuos  |                                  | x |   | x |   | x |       | x |   | x |   | x |
| OPERACIÓN   |                                  |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |
| Perforación, dinamitación de materiales y obtención de roca caliza              |                                  |   |   | x | x | x | x     | x | x | x |   |   |
| Extracción de material pétreo   |                                  |   |   | x | x | x | x     | x | x | x |   |   |
| Carga en camiones de volteo   |                                  |   |   | x | x | x | x     | x | x | x |   |   |
| Traslado del material pétreo (Acarreo y Transporte)                             |                                  |   |   | x | x | x | x     | x | x | x |   |   |
| Mantenimiento de vehículos y maquinaria.  |                                  |   |   | x | x | x | x     | x | x | x |   |   |
| ABANDONO DEL SITIO  |                                  |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   |   |
| Desarrollo de programa de Restauración de las áreas degradadas                  |                                  |   |   |   |   |   |       |   |   | x | x | x |
| Monitoreo de las actividades de restauración                                    |                                  |   |   |   |   |   |       |   |   | x | x | x |
| Retiro de Maquinaria, equipos y material pétreo sobrante, limpieza del sitio    |                                  |   |   |   |   |   |       |   |   |   |   | x |

## ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE

Para el desarrollo del proyecto fue necesario hacer estudios de caracterización del suelo; tipo de clima, hidrología, además de identificar el tipo de fauna presente en el predio, identificar el tipo de flora presente para determinar las posibles áreas a ocupar y así definir las zonas forestales del predio para generar listados faunísticos y florísticos, finalmente cerciorarse de la posible afectación a alguna especie que se encuentre en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En adición a esto se identificarán los elementos o fenómenos ambientales que por sus características pudieran afectar el desarrollo del proyecto y/o aquellos que producirán la ejecución de obras o acciones para prevenir o contrarrestar, los efectos tales como huracanes, heladas, granizadas, inundaciones, falta de servicios básicos o inaccesibilidad a ellos, mano de obra calificada, entre otros.

## DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS

De manera general, los servicios requeridos para la implementación del proyecto, son los siguientes:

**Tabla II. 11.** Requerimientos generales durante el desarrollo del proyecto.

| SERVICIOS  | ACTIVIDAD   |
|--|---|
| Maquinaria y equipo pesado y ligero                                | Para desmote y despalme, transporte, extracción de materiales, etc. Se requieren trascavos, retroexcavadoras, camiones de volteo, camiones pipa, compresores de aire, drill de perforación, herramienta menor, etc.         |
| Personal operador de maquinaria y para la extracción de materiales | Operación de la maquinaria pesada y ligera para el desarrollo del proyecto desde la preparación del sitio y operación. Además de cascos, chaleco antirreflejante, botas, guantes, tapones auditivos y lentes de protección. |
| Combustible para vehículos y maquinaria                            | Serán adquiridos en la estación de servicio PEMEX cercanos. Para maquinaria y vehículos mayores de 3 ton. se empleará diésel; para vehículos y equipo menor, se utilizará gasolina sin plomo.                               |
| Mano de obra general y especializada                               | Se promoverá la contratación de pobladores de la zona, con experiencia mínima en operación de maquinaria, traslado del material pétreo, etc., a fin de evitar en todo momento accidentes.                                   |
| Servicio de traslado y disposición final de residuos               | Residuos vegetales, residuos sólidos urbanos, residuos de los explosivos.   |
| Servicios para la recolección de residuos peligrosos               | En caso de que durante alguna de las etapas se generen.   |

## II.4 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Dentro de la preparación del sitio, se contempla algunos estudios y ejecución de programas para prevenir la afectación de la vegetación. Entre ellos están la prospección de Flora y Fauna, y el rescate de las especies de importancia presentes y que serán reubicadas en las zonas de amortiguamiento propuestas por el proyecto. Esta prospección es importante, ya

que en el caso de la flora es necesaria para definir el número de individuos, volumen y/o densidades de afectación con nombres comunes y científicos.

Se contemplada dentro de la etapa de preparación del sitio al marcaje o delimitación de las áreas involucradas en la apertura del banco, lo cual corresponde al área de explotación y el área de amortiguamiento (básicamente consiste en reabrir la brecha que delimita las áreas y fijando tiras de plástico visible con la leyenda "límite del área de desmonte, esto para no afectar áreas circundantes.

Estas actividades antes señaladas son de suma importancia a fin de poder visualizar el área donde se desarrollará la extracción pétreo sin aumentar la superficie autorizada.

La delimitación del área de explotación se realizará a través de balizas y cinta fluorescente, a fin de ser fácilmente detectable por el operador de la maquinaria que realizará el desmonte y despálme, y no sobrepasar la superficie autorizada.

La preparación del sitio para la explotación del banco de consistirá en el desmonte de la vegetación en las áreas que se determinen que se aprovecharán. También se realizarán actividades de despálme para eliminar aquel material que sea determinado como no factible de aprovechar. La limpieza se pretende efectuar por etapas primero se realizará la vialidad, la cual será por donde entrará la maquinaria al área de explotación y luego conforme se vaya alcanzando la profundidad del corte en la roca. Para lo anterior se empleará maquinaria pesada (Retroexcavadora).

- **Desmonte, despalmes.**

Las actividades de desmonte y el despálme del terreno incluyen la eliminación de la cobertura vegetal que corresponde a vegetación secundaria, primeramente, se realizará el brecheo para realizar el trazo del límite del predio

La cubierta será eliminada en fases, de acuerdo a la calendarización anual programada utilizando maquinaria pesada; lo cual significa que las actividades de desmonte se realizarán de manera paulatina con la finalidad de que la apertura del terreno permita el desplazamiento de las especies, despalmado el terreno hasta eliminar la capa vegetal que contenga la materia orgánica. Durante la ejecución de dicha actividad no se requiere la utilización de sustancias corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, a excepción de los combustibles utilizados para la operación de la maquinaria y equipos. Los residuos vegetales y de despálme (piedras y tierra) generados serán segregados y acumulados en un extremo adyacente al área de afectación, dentro del polígono bajo estudio y hasta su disposición final.

**A. Tipo de material por remover.** Los materiales por remover son los que conforman la primera capa de suelo (tierra y piedras), así como rocas medianas y grandes, herbáceas, diferentes arbustos y árboles jóvenes de vegetación una vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia.

**B. Forma de manejo, traslado y disposición final de material de desmonte.** Los residuos vegetales generados se acumularán temporalmente en el área afectada, dentro del terreno, posteriormente se usará en la restauración.

**C. Sitios establecidos para la disposición de los materiales.**

El material que se obtendrá del aprovechamiento, se colocará temporalmente cerca del área de explotación, mientras se realiza su traslado a los sitios donde se empleará.

### **Conservación de especies de vida silvestre**

La primera etapa de remoción de la vegetación será manual con varias cuadrillas de trabajadores, en las cuales se integrará un especialista de campo para apoyar la selección de los individuos susceptibles de rescate y trasplante gradual (con base en su tamaño, abundancia dentro del área afectada e importancia biológica), en un período de dos semanas. La segunda incluirá el uso de herramientas diversas para derribar las especies que no se hayan seleccionado, previendo utilizar maquinaria pesada, incluyendo la trituración de los organismos derribados para su reincorporación al suelo especialmente en zonas afectadas en sus condiciones naturales dentro de las mismas canteras.

Es así que previo al proceso de desmonte, se realizará una inspección del área para marcar los individuos susceptibles de ser trasplantados y aquellos que deberán ser extraídos para su trituración e incorporación al predio como materia orgánica.

La ejecución de los trabajos de selección, marcado y trasplante requerirá al menos de un plazo de 20 días naturales previo a cada evento de remoción de la cubierta vegetal nativa y de la utilización de las herramientas adecuadas para realizar la actividad (palas, picos, barras, azadones, guantes, lentes, vehículos y maquinaria), debiendo observarse los siguientes aspectos para la correcta operación del programa:

*Esta actividad se realizará de manera paulatina, es decir; se realizará el desmonte, el despalme y la extracción pétrea de esa misma área.*

Para más detalles sobre el cambio de uso de suelo, coordenadas y superficie ver el **Anexo 01 y anexo 08.**

**Tabla II. 12.** Desglose de actividades.

| Actividad                      | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Porcentaje |
|--------------------------------|------------------------------|------------|
| Amortiguamiento                | 408192.79                    | 40         |
| Superficie del Aprovechamiento | 612289.19                    | 60         |
| Superficie total del predio    | 1020481.98                   | 100        |

#### **II.4.1. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES**

Para el desarrollo del proyecto se contempla la construcción de dos caminos, una planta, un almacén. La zona del trabajo contará con letrinas portátiles. Se contempla una superficie para los caminos junto con la planta y el almacén.

**Almacenes o bodegas.** Se habilitará un almacén temporal de material precario para resguardo de materiales y herramientas diversas, así como para vigilancia diurna durante la etapa de operación. Este almacén, que se ubicará dentro del área de trabajo, se construirá con materiales como madera y lámina de cartón, de rápido desmantelamiento al término de sus funciones. Una vez concluida la obra será desmantelada y sus materiales reutilizados.

**Instalaciones sanitarias provisionales.** Se habilitarán letrinas móviles en los sitios de trabajo con el fin de no comprometer la calidad sanitaria del sitio. Se rentará 1 letrina por cada 15 trabajadores. La empresa arrendadora será la responsable de la limpieza de las letrinas y la disposición final adecuada de los residuos sanitarios.

#### **Reparación de equipos.**

Cuando eventualmente la maquinaria y equipo que se pretende utilizar requiera de mantenimiento y/o reparaciones, estas serán ejecutadas en sitios que la promotora destine para tal acción, lo cual se recomienda que sean áreas impermeables para evitar posibles infiltraciones al mano acuífero.

Además, previo a las actividades se proporcionará mantenimiento preventivo (revisando los puntos básicos de funcionalidad de cada maquinaria de acuerdo a sus características) al inicio de las actividades diarias.

Durante la operación se dará especial cuidado a los programas de mantenimiento Preventivo de la maquinaria y equipo, de tal manera que no se generen paros innecesarios, fugas de material, fugas de grasas y aceites lubricantes, ruido innecesario por falta de lubricaciones.

### **II.3.1. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Las actividades se realizarán a cielo abierto, mediante la perforación y desbaste de las rocas con maquinaria pesada y explosivos (la promovente cuenta con los permisos), de igual forma actualmente se cuenta con una trituradora y una maquina cribadora para sacarle un mayor aprovechamiento al material pétreo, esta se encuentra en el área del banco que se encuentra operando actualmente. NO SE REALIZARÁN TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN POR DEBAJO DEL MANTO FREÁTICO.

#### **Requerimientos**

En cuanto al personal laboral en la obra de extracción pétreo, se tiene que todos los trabajadores contarán con equipó de protección como: cascos, chaleco antirreflejante, botas, guantes, y; en el caso de los operadores de la maquinaria, tapones auditivos y lentes de protección; por lo que en todo momento se estará velando por la integridad del personal laboral.

Es importante señalar que el personal que sea contratado para las actividades a realizar dentro del banco de material tenga experiencia mínima en operación de maquinaria, traslado de material pétreo, etc., a fin de evitar en todo momento accidentes.

#### **Tecnologías que se utilizarán.**

Las tecnologías que se pretenden utilizar corresponden a las desarrolladas en la maquinaria a utilizar, que para el sitio son básicamente retroexcavadora, cargadoras y camiones de obras, además de explosivos.

#### **Reparación de equipos.**

Cuando eventualmente la maquinaria y equipo que se pretende utilizar requiera de mantenimiento y/o reparaciones, estas serán ejecutadas en sitios que la promovente destine para tal acción, lo cual se recomienda que sean áreas impermeables para evitar posibles infiltraciones al mano acuífero.

Además, previo a las actividades se proporcionará mantenimiento preventivo (revisando los puntos básicos de funcionalidad de cada maquinaria de acuerdo a sus características) al inicio de las actividades diarias.

Durante la operación se dará especial cuidado a los programas de mantenimiento Preventivo de la maquinaria y equipo, de tal manera que no se generen paros innecesarios, fugas de material, fugas de grasas y aceites lubricantes, ruido innecesario por falta de lubricaciones.

La fase de extracción de bancos de material consiste en lo siguiente:

**Manejo de explosivos y preparación:**

- Se procederá a barrenar el área a rebajar mediante equipo de perforación rotaria (Track drill y/o perforadoras manuales según sea el caso).
- Con autorización de la Secretaría de la Defensa Nacional se coordinará con la casa proveedora de explosivos la programación para el envío de materiales para el consumo diario de la obra. Para ese proceso se avisará a las autoridades correspondientes de protección civil y de seguridad, para que en caso de que lo consideren necesario envíen personal a supervisar el manejo de los artefactos para la labor de extracción de material pétreo.
- Las cargas de explosivos que se colocarán serán las más bajas posibles y después de las voladuras el material será removido con maquinaria pesada.
- Se procederá a la colocación de cargas en los barrenos (Alto y bajo explosivo) amarrando las cargas de fondo con cordón detonante hasta el nivel de superficie, para posteriormente unir las líneas troncales, uniendo cada barreno de la línea con cordón detonante.
- Después de colocar las cargas de columna de cada barreno, se procederá a taquetear el carril libre de carga de cada uno de los barrenos, hasta la superficie con tierra, para evitar el bufamiento de las cargas.
- Una vez terminados de taquetear los barrenos se procederá a unir las líneas troncales con cordón detonante (De preferencia de bajo gran aje para disminuir la onda sonora ya que las detonaciones serán a cielo abierto).
- La cantidad de material a detonar por tiempo (Por ser un área despoblada) será aproximadamente de 100 a 150 kg con un factor de carga por metro cubico detonado de roca que facilite la molienda del material de banco.
- Después de realizada la detonación se procederá a revisar que no queden cargas vivas y se despejará el área, iniciando la remoción del material detonado con maquinaria pesada (Bulldozer y/o excavadoras)
- En caso de que existan materiales explosivos sobrante que no se hayan utilizado en el cargado de barrenación se procederá a destruir con las debidas medidas de seguridad en presencia del inspector militar.

Estos pasos a continuación se mencionarán detalladamente para poder tener una idea más clara de lo que consiste el Proceso de Explotación.



**Figura II. 8.** Pasos a seguir para la explotación del material pétreo.

## **CARGA DE BARRENOS Y VOLADURAS**

### **OBJETIVO**

Establecer las condiciones de seguridad e higiene requeridas en las actividades de carga de barrenos y voladuras con el mínimo riesgo.

### **ALCANCE**

Esta práctica es aplicable en las actividades necesarias desde la carga de barrenos hasta las voladuras

### **RIESGOS PRINCIPALES**

- Explosión fuera de control.
- Barrenos fallidos con el consiguiente riesgo por explosiones intempestivas.

- Derrumbes inesperados que provocan atrapamientos.
- Lesiones por proyección de rocas.
- Lesiones por el uso y manejo inadecuado de los explosivos.
- Daños a terceros por introducirse al área de voladura.

### **EQUIPO DE PROTECCIÓN REQUERIDO**

- Casco.
- Guantes de carnaza.
- Botas dieléctricas.
- Protectores auditivos.
- Lentes de seguridad.
- Mascarilla anti-polvo.

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

#### **Generalidades**

La carga de barrenos y voladuras son actividades que solo las debe realizar personal debidamente capacitado en el uso y manejo de explosivos y sus accesorios, así como las normas que regulan su uso, certificado como tal, por el responsable de capacitación en el área de yacimientos.

#### **Carga de barrenos**

El cartucho-cebo o carga debe prepararse cuidadosamente, de tal manera que el detonador no pueda zafarse del cartucho cebado y que esté en la posición más segura y eficiente, que este impermeabilizado cuando sea necesario y que puedan colocarse todos sus aditamentos dentro del barreno, con seguridad y facilidad; solo debe permitirse el acceso al sitio de carga de barrenos al personal autorizado para realizar esta actividad.

- Antes de introducir la carga, se deberá examinar cuidadosamente el barreno para evitar rozamientos y que esté libre de obstrucciones, si en un barreno se detectara la presencia de agua se tomarán las medidas oportunas, utilizándose el explosivo adecuado.
- Cuando se trate de explosivos encartuchados, la carga estará constituida por una fila de cartuchos en perfecto contacto, en caso de carga discontinua, con intervalos vacíos o inertes entre cartuchos deberá asegurarse la detonación de los mismos mediante el empleo de cordón detonante o un sistema de iniciación adecuado, si se utilizan espaciadores estos serán de material que no propague la llama y sea antiestático, el diámetro del explosivo y del barreno debe ser adecuado para evitar su acuñamiento.

- Cuando se detecten indicios de tormentas en los alrededores no se debe llevar a cabo el cebado del explosivo ni la carga de barrenos.
- Los explosivos no deberán removerse de su envoltura original antes de colocarlo en el barreno, ni deberá atacarse el barreno con herramienta metálica, sino con madera, este deberá hacerse por empuje firme evitando el apisonado violento por sucesión de golpes.
- Se deberán encerrar los explosivos en el barreno por medio de arena, tierra, barro u otro material.
- No se deben realizar prácticas de barrenación y cargas de barrenos al mismo tiempo, en un mismo banco.
- Después de cargar el explosivo, realizar la voladura lo antes posible
- Después de cada tronada y antes de iniciar una nueva barrenación, deberá efectuarse una investigación cuidadosa en busca de barrenos fallidos.
- Los explosivos que no se empleen inmediatamente, deberán colocarse en lugares seguros y separados.

### **Voladuras**

Antes de llevar a cabo una voladura se debe verificar que se haya alejado a todas las personas del área de peligro, se haya apostado personal en todos los puntos de acceso al lugar donde se va a efectuar la voladura y hayan alcanzado un lugar seguro.

- Se debe instalar y operar una sirena de alerta, con un alcance superior a los 500 metros alrededor del sitio en donde se efectúen las voladuras, con el fin de advertir del peligro a cualquier persona que se encuentre en el perímetro del sitio. Esta sirena deberá sonar continuamente 10 minutos antes de que inicie la disparada y 10 minutos después de que se dispare el último barreno.
- Queda prohibido volver al lugar donde se realizó la voladura hasta que hayan transcurrido 30 minutos, si se utilizó mecha de seguridad; o 15 minutos después de que se haya desconectado la línea de pegada de la fuente de energía si se utilizaron estopines eléctricos.
- Si se sospecha de la existencia de barrenos fallidos, no se debe realizar ningún trabajo hasta que se hayan inspeccionado y localizado estos barrenos, señalizados de forma visible y se deberá proceder a su eliminación lo antes posible.

### **DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA**

- MSHA (56.6000 Bureau of mines)
- Norma Oficial Mexicana NOM-121-STPS-1996.
- Normas de Seguridad de Valenciana de Cementos (España).

## **ANEXO**

### **“LOS NUNCAS EN LA CARGA DE BARRENOS Y VOLADURAS”**

- *Llevar explosivos en los bolsillos de la ropa ni en otra parte del cuerpo.*
- *Insertar en el extremo abierto de los fulminantes otra cosa que no sea la mecha.*
- *Tratar de alterar, sacar o examinar el contenido de los fulminantes.*
- *Permitir la presencia de personas no autorizadas en el área donde se manejen explosivos.*
- *Usar tramos de mecha corta, conozca la velocidad de la mecha y asegurarse de tener tiempo necesario para llegar a un lugar seguro.*
- *Fijar el fulminante con otra cosa que no sea la herramienta adecuada (pinzas especiales o máquinas encasquilladoras).*
- *Realizar el retacado de barrenos con barras metálicas.*
- *Introducir los cartuchos con violencia al colocar el detonador.*
- *Retener el explosivo en la mano al estar encendiendo la mecha.*
- *Bromear ni jugar durante el empleo de explosivos.*

Cabe señalar que la extracción del material en seco se llevará a cabo a una profundidad de 6.5 de profundidad, esto sin llegar al nivel freático, con la finalidad de explotar de forma convencional; esto es, barrenando y utilizando.

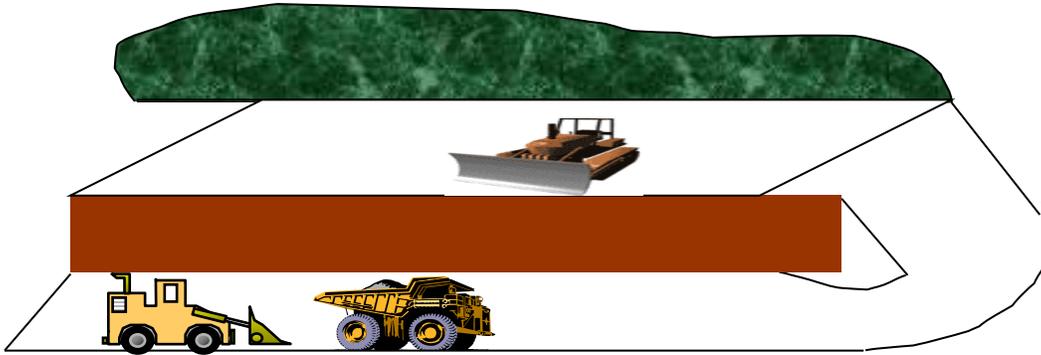
El proceso de Explotación consiste en diferentes etapas la cual se mencionarán detalladamente en que consiste cada una de ellas:

- **Área a Explotar**

Es el Área designada para sacar la producción semanal por voladura.

- **Desarrollo del Banco**

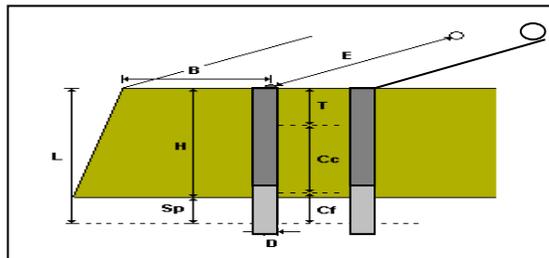
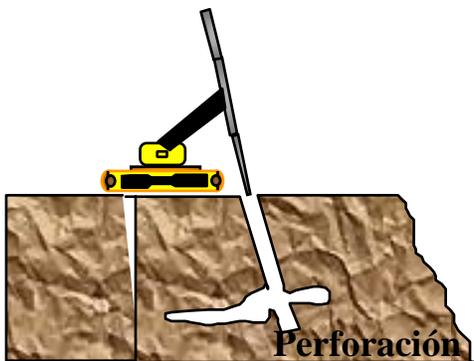
Se comienza a descapotar la banqueta que se está preparando para explotar, una vez que este descapotada se comienza con el desarrollo que consiste en preparar la superficie para poderse llevar a cabo la barrenación. El desarrollo del banco se hace de acuerdo a un procedimiento ya establecido en el cual indica que debe haber señalamientos para el vaciado y descarga del material a extender.



▪ **Barrenación**

Una vez que se haya realizado el desarrollo se procede a diseñar la plantilla y se comienza a perforar en banco con la Perforadora designada al Área. Esta perforación se trabaja por medio de plantillas la cual tendrán diferentes dimensiones de acuerdo al tipo de banco a barrenarse.

| GD – 45                | ROC –F9                | ROC – D5 (Arcilla)   |
|------------------------|------------------------|----------------------|
| Para banco formado 6x8 | Para banco formado 3x5 | 3x6 Arcilla bajo SO3 |
| Para corona 5x7        | Para corona 3x4        | 3X5 Arcilla alto SO3 |



**Nota:**

Una vez preparado el banco se realiza el pedido de explosivo con el proveedor, todo esto se lleva a cabo basándose en el diámetro, altura del banco, el taco y la cantidad de barrenos a explotar.

▪ **Voladura**

Basándose en un procedimiento de carga de barrenos y el pedido exacto realizado en el punto anterior se procederá al llenado de los barrenos del explosivo.

**Procedimiento de voladura**

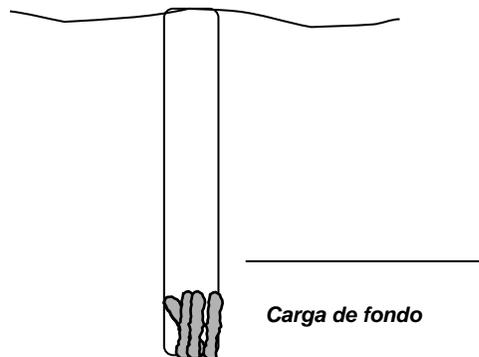
- a) **Descarga de explosivo.** El explosivo será descargado del camión y depositado en la orilla de los barrenos, según la cantidad adecuada, este trabajo podrá ser realizado por todo el personal involucrado.



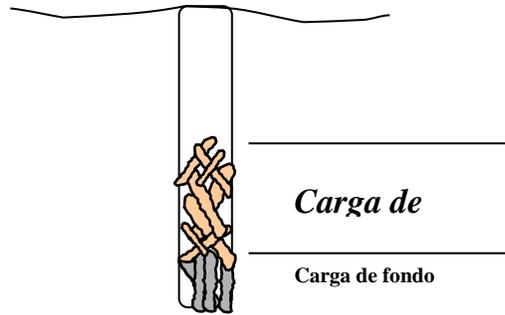
- b) **Cebado.** Para realizar esta actividad deben de haber salido del banco la totalidad del equipo de carga, acarreo y perforación.

Esta actividad se realiza solo por personal autorizado, Técnico de explotación, Coordinador de proceso y Técnico de explosivos.

Se deposita un saco de ANFO en el barreno, luego se introduce el Handidet en el BOOSTER se procede a bajarlo al fondo del barreno, enseguida se deposita otro saco de ANFO sobre el BOOSTER para posicionarlo y se amarra el Handidet a una piedra junto a la boca del barreno.

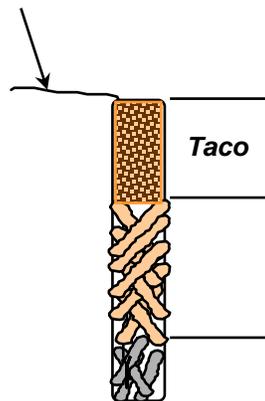


- c) **Carga de Columna.** Esta actividad se realiza solo por personal autorizado, Técnico de explotación, Coordinador de proceso y Técnico de explosivos auxiliado por 2 personas de apoyo (Ayte general), y consiste en que el personal de apoyo vacía el ANFO, y la persona autorizada verifica que suba la carga de columna hasta el nivel adecuado con la ayuda de un FAINERO.



- d) Taco.** Si fuera el caso de utilizar tapones, esto se colocarán en la parte superior de la carga de columna, enseguida se tapa el barreno con material de precorte o grava, esta actividad se realiza por personal de apoyo.

NOTA: a partir de esta actividad, el personal de apoyo es retirado de la zona de la voladura, para ubicarlos como guardias de voladura en los accesos a los bancos, se da aviso al responsable de trituración, para el encendido de la sirena auditiva, y uno de los técnicos de explotación se encarga de instalar el sismógrafo.



**e) Encadenamiento.**

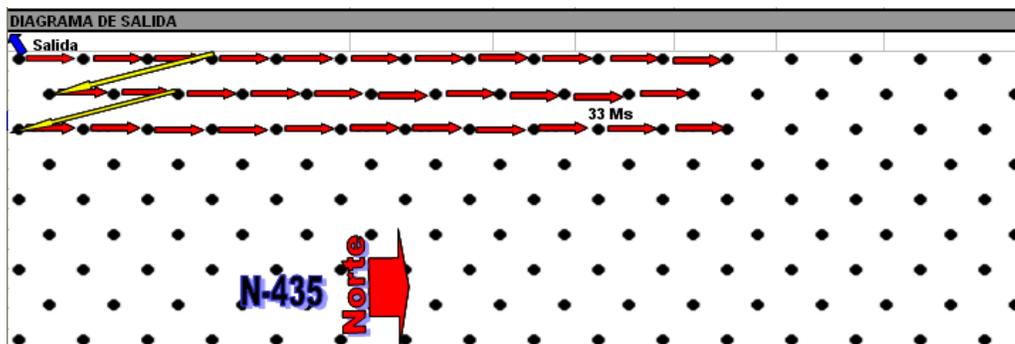
- Esta actividad consiste unir todos los barrenos de una línea de acuerdo al orden de salida por medio de los Handidet.
- El siguiente paso es encadenar las líneas de barrenos por medio de la los Exel HTD

**f) Encendido.**

- Para la preparación de mechas, se corta un tramo de mechas para mina con las pinzas especiales y se engargolan los fulminantes en los extremos.
- La mecha de excedido se dobla a la mitad, y los fulminantes se unen al Handidet del barreno que inicia la secuencia con cinta eléctrica de aislar.

- Antes de encender la mecha, debe estar el vehículo con el motor en marcha y las puertas abiertas y el conductor listo para retirarse u una distancia no menos de 500 mts.
- Se corta el dobléz de la mecha, para encender (prender fuego)
- Para poder acercarse a una voladura que acaba de ser realizada, deberán transcurrir 15 minutos después de la detonación. En caso de que no se lleve a cabo la detonación (se cebe la voladura) deberán transcurrir 30 minutos antes de dar inicio a la revisión y reinicio del procedimiento de encendido o iniciación.

Detonación y amarre de la voladura, en este paso se realiza de acuerdo a la mejor salida de la cara libre del banco, dándole los tiempos necesarios calculados en el diseño de la voladura.



**Nota:** Es obligatorio conocer la Normativa del Área, así como la seguridad que se debe tener en las voladuras.

### Acarreo

EL material producto de la extracción queda disperso, por lo cual es necesario que sea recolectado y apilado.

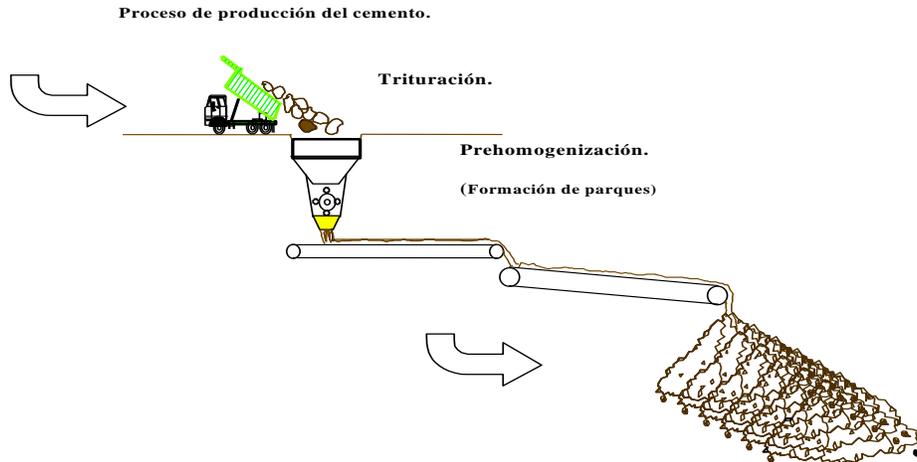
Una vez apilado el material, se prosigue con el proceso de carga que consiste en recolectar el material para ser depositado en equipos de acarreo o de transporte.

Para el transporte de material del área del banco de explotación a la planta de trituración, se utilizará un volteo de 14 m<sup>3</sup>. El camión recibe el material de los cargadores frontales con un ciclo de carga que va de 3 a 5 cucharones y que de ahí transporta al material al proceso de trituración y cribado ubicados dentro del mismo predio.

### Trituración y/o Recepción de Materias Primas

Para la ampliación del banco únicamente se realizará la explotación de material pétreo, así como el transporte de dicho material al área de cribado que actualmente se encuentra operando para el banco de MAPSA, la actividad se describe a continuación:

Esta etapa consiste en disminuir de tamaño la materia prima para construcción, principalmente grava, para esto se cuenta con una trituradora de quijada de 16" X 24", equipada con los accesorios necesarios para controlar las emisiones de polvo se cuenta con sistemas de supresión de polvo y/o colectores de polvo.



### Almacenamiento de Materia Prima Triturada

El almacenamiento de la materia prima será a cielo abierto y se utilizará un sistema de pre homogenizado para evitar la emisión de polvos fugitivos.

#### a) Raspado de roca caliza.

Se procederá a la extracción del material pétreo mediante raspado con una retroexcavadora, la cual romperá la capa superficial. El raspado del material, así como los trabajos posteriores de extracción, ocurrirán de forma continua. El aprovechamiento se iniciará en un extremo del banco y se avanzará hacia el extremo opuesto de manera secuencial. Los taludes del banco se conformarán de manera que se tenga un ángulo de 43-45°.

#### b) Habilitación del material.

Cuando se encuentre roca firme y el tractor no pueda avanzar más hacia abajo, se utilizará una retroexcavadora equipada con martillo hidráulico para romper la roca. De esta forma se removerá las capas duras subyacentes. El material obtenido se clasificará separándolo por medio del tractor, en diferentes tamaños de acuerdo a las necesidades para su uso. El material que no cumpla con el tamaño adecuado para su transporte es fragmentado hasta que se obtenga la dimensión que se requiera.

#### c) Acarreo y transporte del material.

Una vez clasificado y separado por fracciones de piedra en sobre tamaño y posteriormente cargado (con un camión tipo oruga) a los camiones (tipo volteo de 7 m<sup>3</sup>) los cuales realizarán el acarreo hasta los puntos de empleo del material extraído.

#### **d) Trituración y cribado del material**

El material proveniente del banco de material ingresa con tamaños inferiores a 1 m por una tolva a una trituradora primaria donde sale a una granulometría máxima de 20 cm, luego mediante la banda transportadora cae a una trituradora secundaria, luego en zarandas donde el material mayor a 3 cm pasa a una trituradora terciaria y el menor sale del circuito.

#### **Tipo de agregado que van a producir**

Los productos finales que obtendrán de este proceso serán los siguientes:

- Arena, No. 4, 5, entre otros
- grava, 3/8, 3/4, 1/2, 1 1/2, entre otros
- Base hidráulica 1 1/2, entre otros
- Material sobre tamaño
- Material de 0 a 24 in

### **II.3.2. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO**

Como se mencionó anteriormente se tiene contemplado la construcción para el desarrollo del proyecto la construcción de dos caminos, una planta, un almacén. La zona del trabajo contará con letrinas portátiles. Se contempla una superficie de 36,276.21 m<sup>2</sup> aproximadamente para los caminos.

### **II.3.3. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO**

Básicamente consiste en:

Una vez terminado la explotación del banco, se programarán las siguientes actividades: Retiro de manera definitiva de esta área de toda la maquinaria y su traslado a un almacén y oficinas.

Retiro de todos los materiales y/o insumos mantenidos en el almacén construido.

- Levantamiento y retiro de todo el material que sea clasificable Como residuos peligrosos.
- Planeación de las actividades de restauración.
- Ejecución de las actividades de restauración.
- Monitoreo de las actividades de restauración.

El programa que se tiene contemplado para abandono del sitio en donde actualmente se pretende realizar el proyecto es el siguiente:

1). Horizonte de la vida útil del proyecto.

En relación a la vida útil de proyecto, el bando tiene un periodo de vida útil de 30 años. Tal como se ha indicado en múltiples ocasiones las actividades de extracción del material pétreo están limitadas para la obtención del material pétreo con las actividades de **"AMPLIACIÓN DEL BANCO DE MATERIALES PÉTREOS"** una vez que se concluya con dicha actividad se procederá a cerrar el banco de préstamo de material pétreo, iniciando con el cese de actividades extractivas.

Una vez detenida la operación del banco de préstamo, se procederá a la implementación del programa de restauración de las áreas degradadas desde la conformación del horizonte mólico hasta la reforestación de las áreas explotadas. Es importante señalar que hasta este punto no será retirado la maquinaria del banco, ya que será requerida para la conformación de taludes para la reforestación con las plantas nativas. De igual forma se cuenta aún con los sanitarios portátiles y contenedores de basura; para promover el uso de estos en todo momento con los trabajadores.

Una vez haya finalizado la ejecución del programa de restauración de las áreas degradadas, dará inicio el abandono del sitio a través del retiro de toda la maquinaria, vehículos y equipo en general que se encuentre dentro de las instalaciones del banco, tales como: contenedores de basura, sanitarios portátiles, almacén temporal, entre otros que hayan sido necesarios.

Las maquinarias serán transportadas a las instalaciones del taller de la empresa constructora junto con los materiales removibles del almacén temporal, los cuales serán: cartón, lámina, madera, entre otros. Para su resguardo y mantenimiento (en el caso de la maquinaria y equipo en general). Los contenedores de basura serán vaciados, poniendo su contenido en bolsas plásticas para su manejo en las mismas instalaciones del taller de la empresa. Es importante señalar que previo al retiro de estos contenedores, se realizará una última caminata a cargo de la cuadrilla de trabajadores en las instalaciones del banco en busca de residuos sólidos no peligrosos que se encuentren tirados en el banco y los depositen en los contenedores para su manejo y disposición final.

Los sanitarios portátiles serán retirados por la empresa arrendadora, la cual es la encargada de igual forma en su mantenimiento, traslado y disposición final de las aguas residuales que se hayan generado en el banco de préstamo.

Es necesario enfatizar que el material pétreo que no sea sido utilizado en las actividades que implican la delimitación de los caminos que contempla el proyecto; será utilizado para la adecuación de los taludes durante el programa de restauración de las áreas degradadas; por lo que tendrán una utilidad dentro del banco en la etapa de restauración.

### II.3.4. REQUERIMIENTO DE INSUMO Y PERSONAL

#### DURANTE LA PREPARACIÓN DEL SITIO

Durante el proyecto en la etapa de preparación se limpiará el predio, junto a esto se realizarán actividades de desmonte para la delimitación de los caminos principales, además de actividades para llevar a cabo la delimitación de la zona a explotar y de la zona la cual se prevé como área de amortiguamiento.

#### DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SITIO

Se construirá el almacén, la bodega y los caminos, será se contará como mínimo con 20 personas las cuales estarán laborando en el proyecto. Ya en esta etapa se contará con explosivos, maquinaria, combustibles, para el transporte del material extraído.

**Insumos requeridos.** En general se requerirá agua, materiales diferentes durante la etapa de operación, maquinaria, hidrocarburos, polvorines, etc.

#### Personal

El personal que se necesitará para la operación del proyecto, así como para el mantenimiento del proyecto se describe a continuación:

|                       |
|-----------------------|
| <b>Proyecto total</b> |
| 20                    |

En cuanto al personal laboral en la obra de extracción pétreo, se tiene que todos los trabajadores contarán con equipó de protección como: cascos, chaleco antireflejante, botas, guantes, y; en el caso de los operadores de la maquinaria, tapones auditivos y lentes de protección; por lo que en todo momento se estará velando por la integridad del personal laboral.

Es importante señalar que el personal que sea contratado para las actividades a realizar dentro del banco de material tenga experiencia mínima en operación de maquinaria, traslado de material pétreo, etc.; a fin de evitar en todo momento accidentes.

## Tecnologías que se utilizarán

Las tecnologías que se pretenden utilizar corresponden a las desarrolladas en la maquinaria a utilizar, que para el sitio son básicamente retroexcavadora, cargadoras y camiones de obras, además de explosivos.

La maquinaria que se utilizará en mayor proporción para la preparación del sitio y operación es en su mayor parte maquinaria pesada que emplea diésel para su funcionamiento, aunque también se requerirán vehículos utilitarios que emplean gasolina es la que se enlista en la siguiente tabla:

**Tabla II. 13.** Lista de equipos y maquinaria

| Cantidad | Equipo y/o Maquinaria              |
|----------|------------------------------------|
| 2        | Cargador frontal                   |
| 3        | Excavadoras                        |
| 2        | Trituradoras de Impacto Horizontal |
| 1        | Trituradora de Impacto Vertical    |
| 3        | Cribas                             |
| 1        | Criba lavadora                     |
| 2        | Ciclones                           |
| 3        | Camiones de Acarreo                |
| 2        | Tolvas de Alimentación de material |
| 3        | Generador Eléctrico-Diesel         |

Herramienta menor:

**Tabla II. 14.** Lista de equipos y maquinaria

| Herramienta menor |
|-------------------|
| Pala              |
| Pico              |
| Cuchara           |
| Cubetas           |
| Andamios          |

## Energía

El proyecto promovido, no requerirá el uso de energía eléctrica en ninguna de sus etapas funcionales, ya que los trabajos serán diurnos y la maquinaria a emplear funcionará con combustible diésel o gasolina.

Aunque se contará con una planta de emergencia de 1000 kva a base de diésel.

## Hidrocarburos

El volumen de combustible a utilizar por mes de diésel es aproximadamente 60,000 litros.

El desarrollo del proyecto requerirá del consumo de combustible diésel y gasolina para emplear en la maquinaria pesada y vehículos que se ocuparán. La cantidad requerida variará de acuerdo a las actividades que se desarrollen en campo. Los combustibles serán adquiridos en las estaciones de servicio cercanas al sitio y transportados hasta el área del proyecto en vehículos del promovente, por lo que en ningún momento se contempla el almacenamiento de estas sustancias.

El combustible que se empleará en la maquinaria pesada (diésel), será trasladado hasta el área de trabajo en contenedores de 200 litros. En este punto se trasvasará a los tanques de los equipos con ayuda de manguera y embudo. Los aceites y lubricantes serán adquiridos mediante proveedores locales cuando se requiera, por lo que no se contempla su almacenamiento. En la tabla siguiente se muestra la cantidad aproximada de combustible a consumir en función de las horas que se pretende trabajar.

Para cada etapa del proyecto, se describen los tipos de residuos a generar acompañado de sus características generales, formas de manejo y/o lugar de disposición, así como de la infraestructura y formas de recolección, manejo y disposición final esperada. Asimismo, se señala la disponibilidad de servicios e infraestructura en la localidad y/o en la región para su manejo y disposición adecuada.

### II.3.5. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

Toda actividad humana genera residuos, por lo tanto, es de esperarse que durante la elaboración del proyecto y su operación se generen residuos, mismos que pueden clasificarse en:

**Tabla II. 15.** Clasificación de los residuos que se generaran durante el desarrollo del proyecto.

| SÓLIDOS  | LÍQUIDOS   | GASEOSOS  |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orgánicos</li> <li>• Inorgánicos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orgánicos</li> <li>• Inorgánicos</li> <li>• Peligrosos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polvos</li> <li>• Emisiones</li> </ul> |

Los residuos sólidos no peligrosos que se generen por la preparación y operación del proyecto serán almacenados temporalmente en sitios adecuados y trasladados en vehículos de las empresas contratistas del servicio que el Ayuntamiento de Cancún disponga para el área. Los materiales pétreos y residuos pétreos se emplearán para el relleno de las áreas de

construcción de las obras del proyecto. La periodicidad con la que se lleve a cabo dicha actividad dependerá de los volúmenes generados por el personal en obra.

Durante la etapa de preparación y operación las emisiones a la atmosfera que se desprenderán de estas actividades serán básicamente gases contaminantes derivados de los hidrocarburos estos a su vez afectaran a la atmosfera por lo que el mantenimiento de los vehículos y maquinarias de construcción son de suma importancia.

El proyecto en ninguna de sus etapas prevé generar aguas residuales, por tal motivo no se construirá ni instalará una planta de tratamiento de aguas residuales. El personal deberá utilizar las instalaciones sanitarias portátiles, por lo que las aguas residuales, deberán retirarse periódicamente por la compañía prestadora de servicio. Se prevé que las empresas concesionarias del servicio municipal de recolección de basura se encarguen de recoger y disponer los mismos en el relleno sanitario de la ciudad, cuando el proyecto se encuentre en operación.

Las actividades correspondientes a la etapa de operación podrían generar cantidades bajas de residuos peligrosos derivados de fallas esporádicas de maquinaria y del uso de pinturas. En caso pertinente, se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora especializada de la ciudad de Cancún, con la frecuencia necesaria de acuerdo a los volúmenes de residuos peligrosos generados.

Los núcleos urbanos presentes en las cercanías del polígono seleccionado cuentan con servicios públicos tales como electricidad, agua potable, alumbrado público, vialidades, servicio de transporte público, etc.; así como con servicios de recolección de basura, red telefónica y cobertura de telefonía celular.

**Tabla II. 16.** Residuos generados por el proyecto en preparación.

| <b>RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO</b>                 |  |                    |                 |   |
|--|--|--------------------|-----------------|---|
| <b>ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN</b> |  |                    |                 |   |
| <b>TIPO</b>  | <b>ORIGEN</b>                                      | <b>UNIDAD</b>      | <b>CANTIDAD</b> | <b>EFECTOS</b>                                |
| Sólidos  | Producto de desmontes                              | m <sup>3</sup> /ha | 12.8            | Estéticos, riesgo de incendios                |
|  | Rechazo de la construcción urbana                  | m <sup>3</sup>     | No determinado  | Estéticos y riesgos de accidentes             |
|  | Orgánicos producto de la alimentación de empleados | gr/obrero          | 100             | Insectos, malos olores, estéticos, lixiviados |

| <b>RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO</b>                 |   |                 |                 |   |
|--|---|-----------------|-----------------|---|
| <b>ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN</b> |   |                 |                 |   |
| <b>TIPO</b>  | <b>ORIGEN</b>   | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>EFECTOS</b>                          |
|  | Basura inorgánica derivada del insumo a la operación como son bolsas de alimentos | m <sup>3</sup>  | 3               | Estéticos                               |
| Gases y emisiones                                    | Emisiones de maquinaria de construcción   | Kg/día          | N.D.            | Molestias en los ojos, olor y estéticos |
|  | Polvos producto de movimiento de tierras  | Kg/Ha           | N.D.            | Molestias en los ojos y estéticos       |
| Peligrosos   | Envases de aceites  | lt/vehículo/mes | 4               | Estéticos y lixiviados                  |
|  | Aceites quemados  | lt/vehículo/mes | 4               | Lixiviados, contaminación, estéticos    |
|  | Envases de pinturas y solventes   | Piezas          | 3               | Lixiviados, contaminación, estéticos    |

## **ORGÁNICOS**

**Producto del desmonte.** - Para la realización del proyecto se introducirá maquinaria pesada para el derribo de material vegetal, generando residuos sólidos consistentes en hojas y ramas así como piedras y otros materiales removidos del suelo. Mediante el proceso constructivo seleccionado, se tratará de aprovechar los troncos y varillas que se puedan recuperar y el resto del material será picado y utilizado como mejorador de suelo, luego de su composteo, durante esta etapa los árboles de mayor tamaño serán rescatados y reubicados en las áreas de amortiguamiento.

**Material vegetal de despalme.** - Al igual que en el caso anterior, se removerán hojas y ramas, así como tierra y piedras. El material vegetal será picado y utilizado como mejorador de suelo, lo cual podrá ser dispuesto en las áreas de amortiguamiento.

**Orgánicos producto de la alimentación de empleados.** Los alimentos generan importantes cantidades de residuos orgánicos, en su mayoría, de igual manera residuos inorgánicos como son envases de plástico, bolsas y otros productos, mismos que serán llevados al relleno sanitario.

## **INORGÁNICOS**

Esta clase de residuos se espera a que sean generados en las fases de preparación del sitio, operación y mantenimiento del proyecto en cuestión. Dichos residuos estarán compuestos

por materiales sintéticos y serán generados en su mayoría por los trabajadores. Los más habituales serán empaques, bolsas, botellas, envases, plásticos, tapas, etiquetas y metales. Estos materiales deberán ser ubicados en contenedores establecidos especialmente para alojar este tipo de desechos, los cuales deberán ser trasladados al sitio que autorice la autoridad local y/o municipal.

## **SANITARIOS**

En ninguna etapa del proyecto se generarán aguas residuales, ya que se contará con baños portátiles a los cuales se les brindará mantenimiento periódico por la empresa arrendadora y la cual se hará cargo de las aguas residuales.

## **RESIDUOS PELIGROSOS**

**Aceites lubricantes gastados y materiales impregnados.** - Estos materiales derivados de cambios de aceite, están catalogados como residuos peligrosos, requieren ser manejados en forma cuidadosa y almacenados de forma temporal en tanto son recolectados por empresas prestadoras de servicios especializados.

**Envases de aceites.** - En ocasiones se requiere realizar cambios de aceite o reparaciones urgentes. El resultado es la generación de envases vacíos de aceites, que, si bien no son peligrosos de acuerdo a la legislación vigente, requieren un tratamiento especial y un confinamiento temporal en tanto son dispuestos adecuadamente.

**Envases de pinturas y solventes.** - Durante las etapas del proyecto es posible que se genere pintura u otros acabados es posible que se utilicen solventes y otros productos que requieren ser manejados con cuidado para evitar la contaminación del ecosistema, tal es el caso de estos envases.

Este tipo de residuos podrían ser generados en las etapas de preparación de sitio y operación del proyecto. Se solicitará que sus maquinarias y vehículos hayan recibido mantenimiento previo a su incorporación al proyecto. Sin embargo, si llegaran a generarse este tipo de residuos se procederá conforme al Procedimiento de manejo de residuos peligrosos (Ver **Anexo 5 B** de este documento técnico).

## **EMISIONES**

Este tipo de residuos se espera sea generado en las etapas de preparación de sitio y operación. La maquinaria y los vehículos de motor utilizadas en esta etapa generarán emisiones a la atmósfera producto de la combustión de sus motores, sin embargo, gracias a las corrientes de aire de la zona, los respectivos contaminantes se diseminarán rápidamente en la atmósfera.

**Polvos producto de movimiento de tierras.** - Debido al arrastre en el desmonte y despalme, se desprenderán partículas finas de polvo que son arrastradas por el viento.

**Tabla II. 17.** Residuos generados por la obra en la etapa de Operación.

| <b>RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO</b> |                  |                |                 |   |
|--------------------------------------|------------------|----------------|-----------------|---|
| <b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>            |                  |                |                 |   |
| <b>TIPO</b>                          | <b>ORIGEN</b>    | <b>UNIDAD</b>  | <b>CANTIDAD</b> | <b>EFECTOS</b>  |
| Sólidos                              | Residuos sólidos | kg/usuario/día | 1.0             | Estéticos, vectores, moscas e insectos, roedores, contaminación, lixiviados |
| Peligrosos                           | Aceites quemados | l/vehíc./mes   | 4               | Lixiviados, contaminación, estéticos  |

### **II.3.6. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.**

Los residuos sólidos y líquidos que resulte de la operación del banco de materiales serán dispuestos en contenedores rotulados y tapados, para que estos sean dispuestos en los sitios dictaminados por la autoridad competente.

Durante las actividades de preparación y operación, por el empleo de la maquinaria pesada se pueden generar residuos peligrosos derivado de actividades de mantenimiento los más comunes son:

Botes de aceite, suelo impregnado por fugas, estopas impregnadas con grasas y aceites, filtros de efectuarse algún cambio.

La generación de estos residuos se estima en pequeñas cantidades, pero de cualquier manera los volúmenes generados deben ser trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos de la contratista, para garantizar la adecuada disposición de los mismos.

También podrían generarse residuos derivado de las fugas de mangueras y/o sellos en los equipos y maquinaria, por lo que este material debe manejarse en un contenedor metálico con tapa y entregarlo a una empresa autorizada.

### **RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Todo residuo inorgánico que se genere, se dispondrá tanto en bolsas de plástico como en recipientes con tapa. Tendrán un área para acopio provisional, para que posteriormente sean trasladados al sitio autorizado por la localidad o el municipio. Los residuos vegetales serán triturados y ubicados en áreas del predio para que sean degradados de manera natural.

## **RESIDUOS PELIGROSOS**

Este tipo de residuos se espera sea generado en las etapas de preparación y operación. Durante la operación del proyecto, los residuos peligrosos que se generarán serán manipulados conforme al Procedimiento de manejo de residuos peligrosos (Ver **Anexo 5 B** de este documento técnico).

## **SANITARIOS**

No se prevé la generación de aguas residuales, ya que se contará con letrinas portátiles, a los que se les brindará mantenimiento periódico por la empresa arrendadora misma que se hará cargo de darle la debida disposición final. La generación de estos residuos se estima en pequeñas cantidades, pero de cualquier manera los volúmenes generados deben ser trasladados a almacenes temporales de residuos peligrosos, para garantizar la adecuada disposición de los mismos.

Por todo lo anterior en el presente capítulo se desarrollará de manera general un programa para proveer de un procedimiento que permita a las empresas contar con una guía de desarrollo de estas actividades.

# CAPÍTULO III

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

# CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO ..... | 1  |
| III.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) DECRETADOS .....   | 1  |
| III.1.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT) .....  | 1  |
| III.1.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY) .....   | 8  |
| III.2 LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES Y MUNICIPALES .....   | 28 |
| III.2.1. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE YUCATÁN 2018-2024.....  | 28 |
| III.2.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. ....  | 30 |
| III.3 PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .....   | 31 |
| III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....   | 31 |
| III.4.1. EN MATERIA DE AGUA.....  | 32 |
| III.4.2. EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA .....   | 32 |
| III.4.3. EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.....   | 33 |
| III.5 LEYES Y REGLAMENTOS .....   | 35 |
| III.5.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA). .....  | 35 |
| III.5.2. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. ....   | 40 |
| III.5.3. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS .....  | 41 |
| III.5.4. LEY DE AGUAS NACIONALES .....  | 42 |
| III.5.5. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE .....  | 43 |
| III.5.6. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....   | 44 |
| III.5.7. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....  | 46 |
| III.5.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE .....  | 47 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| III.5.9.  | REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES .....   | 49 |
| III.5.10. | REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA EN PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA ..... | 49 |
| III.6     | DECRETOS, REGIONES PRIORITARIAS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....            | 50 |
| III.6.1.  | ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS) .....                                   | 50 |
| III.6.2.  | REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA (RTP) .....   | 51 |
| III.6.3.  | REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA (RHP) .....   | 52 |
| III.6.4.  | REGIÓN MARINA PRIORITARIA (RMP) .....  | 54 |
| III.6.5.  | CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO (CBM) .....   | 55 |
| III.7     | OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS .....  | 57 |
| III.7.1.  | LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN .....                                      | 57 |
| III.7.2.  | REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN .....                     | 61 |

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

A continuación, se realiza una identificación y análisis de los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el proyecto con la finalidad de sujetarse a los instrumentos con validez legal y establecer su correspondencia y vinculación con los mismos.

En virtud de lo establecido en el Artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con los Programas de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano, declaratorias de áreas naturales protegidas, así como las Leyes y Normas aplicables de competencia federal, estatal y municipal, que nos permita situar las bases para demostrar la viabilidad legal y ambiental de la propuesta.

De esta manera, se prevé que, a través del procedimiento de impacto ambiental, se establezcan las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades del proyecto que puedan causar efectos adversos al entorno o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Este capítulo muestra los resultados de la revisión de dichos ordenamientos con referencia a proyectos turísticos y su relación con los aspectos ambientales de estos y el manejo o aprovechamiento que de los recursos naturales se realiza durante la operación de este tipo de proyectos.

#### **III.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) DECRETADOS**

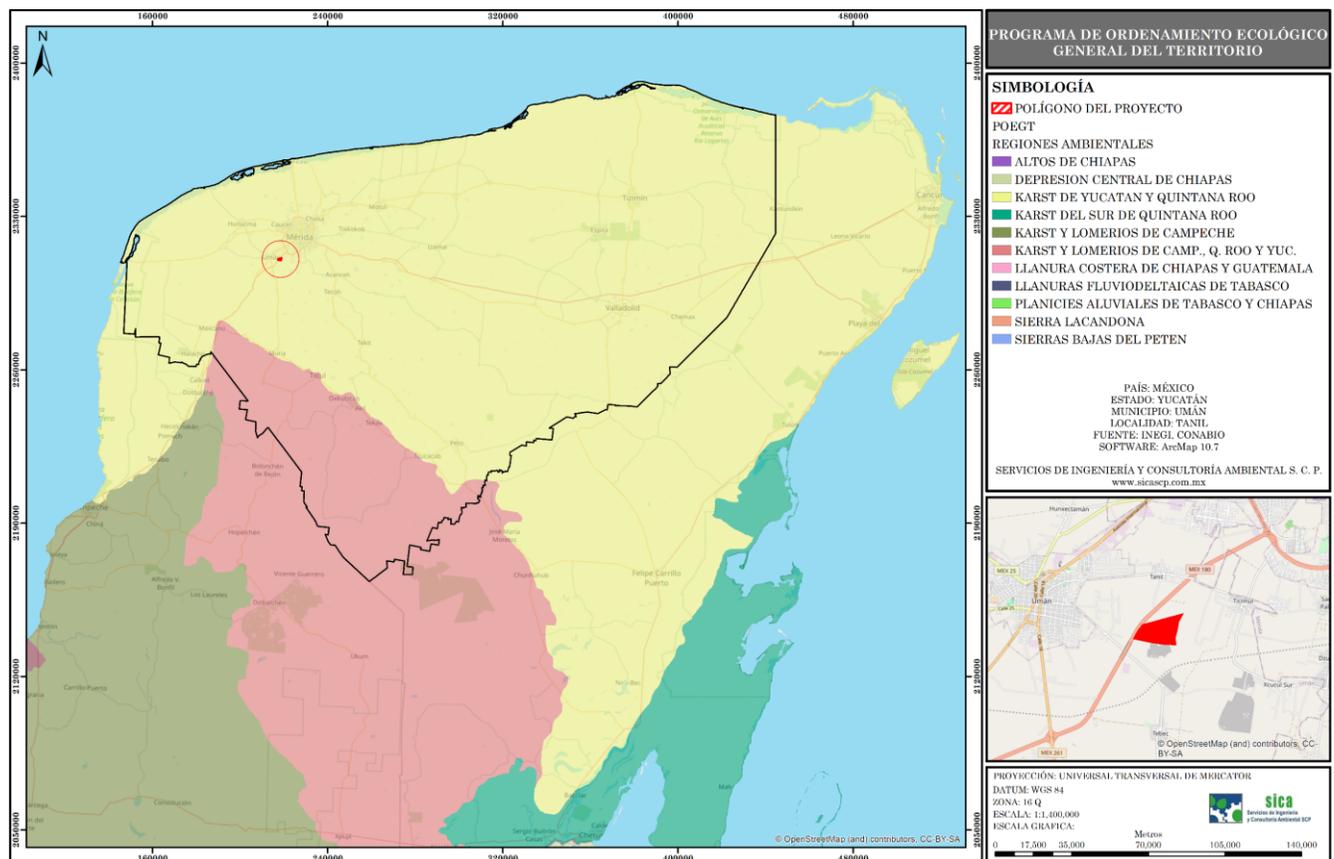
##### **III.1.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Tal y como se señala en su texto, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el viernes 7 de septiembre de 2012, esté instrumento; no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

El POEGT está integrado por una regionalización ecológica, en la cual se identifican las áreas de atención prioritaria y así como las de aptitud sectorial; además de los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a cada regionalización.

El proyecto, se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) específicamente en la UGA denominada UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo de la Región Ecológica 17.33, tal como se puede observar en la siguiente figura:



**Figura III.1.** Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

**Tabla III.1.** Características de la Región Ecológica.

|  |  |                                 |  |
|--|--|---------------------------------|--|
|  | <b>REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33</b><br><b>Unidad Ambiental Biofísica que la compone:</b><br><b>62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.</b> |                                 |  |
|  | <b>Localización:</b> Oeste, centro, norte y este de Yucatán, Centro, norte y noroeste de Quintana Roo.                             |                                 |  |
| <b>Superficie en Km<sup>2</sup>:</b><br>59,542.35 Km <sup>2</sup>  | <b>Población Total:</b><br>2,982,494 habitantes  | <b>Población indígena:</b> Maya |  |
| <p><b>Estado Actual del Medio Ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto.</b> No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</p> |  |                                 |  |
| <p><b>Escenario al 2033:</b> Inestable a crítico.</p>  |  |                                 |  |
| <p><b>Política ambiental:</b> Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.</p>  |  |                                 |  |
| <p><b>Prioridad de atención:</b> Alta.</p>   |  |                                 |  |

**Tabla III.2.** Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

| UAB | RECTORES DEL DESARROLLO                | COADYUVANTES DEL DESARROLLO | ASOCIADOS DEL DESARROLLO | OTROS SECTORES DE INTERÉS | ESTRATEGIAS SECTORIALES  |
|-----|--|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|--|
| 62  | Preservación de Flora y Fauna- Turismo | Desarrollo Social- Forestal | Agricultura- Ganadería   | Pueblos Indígenas         | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44. |

**Tabla III.3.** Estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

**ESTRATEGIA. UAB 62**

**Grupo I.** Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.

**A) PRESERVACIÓN**

**Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.**

**Vinculación:** El proyecto promueve la conservación de ecosistemas y su biodiversidad a través de la permanencia de áreas de amortiguamiento, las cuales mantendrá suelo natural y vegetación nativa; así mismo, a través del proyecto se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies forestales (**Anexo 6**), por lo que se seguirán prestando una serie de servicios ambientales de importancia para la región. De igual forma al finalizar el proyecto durante la etapa de abandono se deberá aplicar un programa de reforestación en las áreas explotadas con la finalidad de restaurar el sitio.

**Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo.**

**Vinculación:** A pesar de que en el área de estudio se obtuvo registro de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; dichas especies no serán afectadas ya que se llevaran a cabo acciones para prevenir y mitigar los efectos causados por el proyecto, como son el diseño y aplicación de programas de rescate y reubicación de algunas especies de la vegetación a afectar por el CUSTF y mediante un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de este estudio). Dichos programas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región. De igual forma al finalizar el proyecto durante la etapa de abandono se deberá aplicar un programa de reforestación en las áreas explotadas con la finalidad de restaurar el sitio, lo cual permitirá el retorno de especies de fauna silvestre.

**Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.**

**Vinculación:** No aplica de manera estricta al proyecto; ya que este consiste en el CUSTF para un proyecto de extracción de material pétreo. No obstante, como parte de los resultados del presente estudio se revelan datos acerca de la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área pretendida para el CUSTF, impulsando al conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad.

**B) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE**

**Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.**

**Vinculación:** No aplica la presente estrategia ya que el proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos. El proyecto en sí pretende llevar a cabo la extracción de material pétreo.

**Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.**

## ESTRATEGIA. UAB 62

**Vinculación:** No aplica al proyecto; ya que NO se pretende realizar el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas ni pecuarios, derivado de las actividades del proyecto.

**Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.**

**Vinculación:** No aplica, ya que el proyecto se refiere a la extracción de material pétreo, el cual NO consiste en el establecimiento de obras hidroagrícolas, así como tampoco pretende emplear superficies para riego.

**Estrategia 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.**

**Vinculación:** No aplica; ya que el proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de los recursos forestales, se refiere a la extracción de material pétreo.

**Estrategia 8. Valoración de los servicios ambientales.**

**Vinculación:** Dentro del presente estudio se hace un análisis de los servicios ambientales que se verán afectados por el establecimiento del proyecto. Como producto del análisis anterior se puede afirmar que las afectaciones de los servicios ambientales por el proyecto serán mínimos con respecto a lo prestado en la cuenca hidrológica forestal. Por otra parte, el proyecto mantendrá áreas de amortiguamiento mismas que mantendrá el suelo natural y la vegetación nativa presente; mismas que seguirán prestando una serie de funciones ecológicas importantes y continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región, tales como la protección, formación y regulación de los nutrientes del suelo, infiltración de agua en calidad y cantidad, entre otros.

## C) PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

**Estrategia 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.**

**Vinculación:** El proyecto, resaltando la importancia de la captación de agua en cantidad y calidad promueve la permanencia de áreas de amortiguamiento, las cuales contribuirán a la captación del agua y la purificación de la misma, coadyuvando a su vez al equilibrio dinámico dentro del acuífero de la cuenca en donde se encuentra inmerso el proyecto. Asimismo, aplicará una serie de medidas de mitigación para proteger y conservar el acuífero en la región, tales como actividades de rescate y reubicación de especies vegetales, así como un programa de reforestación para restaurar el sitio una vez que concluyan las actividades extractivas.

**Estrategia 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.**

**Vinculación:** No aplica; ya que el proyecto se refiere a la extracción de material pétreo.

**ESTRATEGIA. UAB 62**

**Estrategia 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.**

**Vinculación:** No aplica, la ubicación del proyecto y la zona donde pretende realizarse no cuenta con presas.

**Estrategia 12. Protección de los ecosistemas.**

**Vinculación:** No aplica de manera estricta; ya que el proyecto se implementará en una zona con vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia, sin embargo, el área se encuentra en buen estado de recuperación, es decir, actualmente se encuentra compuesta por vegetación de tipo forestal, por lo que para dar cumplimiento a los objetivos de dicha estrategia, se pretenden mantener superficies con suelo natural y vegetación nativa (áreas de amortiguamiento) que contribuyan a la protección de los ecosistemas de la región.

**Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.**

**Vinculación:** No aplica; ya que el proyecto se refiere a la extracción de material pétreo, donde NO se llevarán a cabo actividades de tipo agrícolas que impliquen el uso de agroquímicos.

**D) Restauración**

**Estrategia 14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.**

**Vinculación:** No aplica de manera estricta; sin embargo, como parte de las medidas del proyecto se aplicará un Programa de rescate y reubicación de especies forestales de la vegetación a afectar por el proyecto (Ver **Anexo 6** de este estudio). Sin duda alguna, la aplicación de este programa y las actividades descritas en la misma contribuirán a la restauración del ecosistema y del suelo de la región. Anterior a esta actividad se llevará a cabo la labranza de conservación que consistirá en dispersar residuos vegetales picados y triturados en las áreas expuestas y en donde se llevará a cabo la reubicación con plantas rescatadas con la finalidad de proteger y conservar el suelo y agua de la región. Adicionalmente el proyecto mantendrá un 40% del total del predio como áreas de amortiguamiento.

**E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.**

**Estrategia 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.**

**Vinculación:** No aplica; ya que el proyecto no hace referencia a actividades del sector turístico; el proyecto se refiere a las actividades propias que se llevaran a cabo para la extracción de material pétreo.

**ESTRATEGIA. UAB 62**

**Estrategia 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.**

**Vinculación:** Como se indica con anterioridad, el proyecto no pretende realizar actividades del sector turístico, por lo que no aplica al proyecto que tiene un giro hacia la industria de la construcción.

**Estrategia 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).**

**Vinculación:** No aplica, el proyecto no pretende desarrollar actividades del sector turístico, ya que este pretende realizar actividades extractivas de material pétreo.

**Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.**

**A) Suelo urbano y vivienda**

**Estrategia 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.**

**Vinculación:** El presente proyecto se refiere a un banco de explotación del material pétreo que requerirá del Cambio de Uso de Suelo de Terreno Forestal, por lo que a través de su desarrollo se generará generarán empleos, lo que mejorará la calidad de vida de la población, la cual tendrá la posibilidad de adquirir viviendas con servicios básicos que le permitan mejorar sus condiciones de vida.

**C) Agua y saneamiento**

**Estrategia 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.**

**Vinculación:** No aplica, el proyecto no pretende llevar a cabo actividades constructivas donde se implique la creación de vialidades o la expansión de servicios públicos, ya que este pretende únicamente realizar actividades extractivas de material pétreo.

**E) Desarrollo social**

**Estrategia 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.**

**Vinculación:** No aplica, ya que NO se refiere a un proyecto agropecuario. Éste trata sobre la extracción de material pétreo.

**Estrategia 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.**

**Vinculación:** No aplica debido a que no es un proyecto agrícola; este corresponde a la extracción de material pétreo.

**ESTRATEGIA. UAB 62**

**Estrategia 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.**

**Vinculación:** No aplica de manera estricta, sin embargo, el proyecto generará fuentes de empleo temporal y permanente en beneficio de los habitantes locales, contribuyendo a la mejora en la economía y a la calidad de vida de la población.

**Estrategia 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.**

**Vinculación:** No aplica al proyecto. Sin embargo, los empleos que pudieran generarse promoverán hacia los trabajadores las prestaciones de ley necesarias, así como contarán con seguro social para que ellos y sus familias cuenten con el servicio de salud necesario.

**Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional**

**A) Marco Jurídico**

**Estrategia 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.**

**Vinculación:** El presente proyecto asegurará el respeto a los derechos de propiedad rural, ya que pretende llevar a cabo actividades extractivas en predios que son propiedad del promovente.

**B) Planeación del Ordenamiento Territorial**

**Estrategia 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.**

**Vinculación:** No aplica de manera estricta. Sin embargo, es importante señalar que el área que ocupará el proyecto ha sido objeto de ordenamiento territorial estatal (POETY) el cual en páginas posteriores se vincula con el proyecto.

**III.1.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY)**

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) es un instrumento de planeación jurídica, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo. Mediante dicho ordenamiento se establece una serie de disposiciones legales con el fin de inducir al empleo de mecanismos de participación pública innovadores, así como al uso de técnicas y

procedimientos de análisis El Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Yucatán (POETY), es un instrumento de planeación, cuyo objetivo es el de “regular e inducir el uso racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección y conservación de los recursos naturales”. El decreto de este ordenamiento Estatal fue publicado en el mes de julio de 2007. Dicho programa es un instrumento de planeación jurídico, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo. Mediante dicho ordenamiento se establece una serie de disposiciones legales con el fin de inducir al empleo de mecanismos de participación pública innovadores, así como al uso de técnicas y procedimientos de análisis geográfico, integración de información y evaluación ambiental, proceso que requiere del desarrollo de nuevas capacidades de gestión y evaluación ambiental en los tres órdenes de gobierno.

En otras palabras, el POETY, se establece el “Modelo de Desarrollo Territorial” o “Modelo de Ocupación del Territorio” para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial. Es indispensable señalar que la zona no representa un corredor biológico de interés o relevante, ya que la disminución de cobertura vegetal o sitios de probable ocupación por fauna silvestre han sido impactadas por las actividades agrícolas de la zona (cultivo de henequén en décadas anteriores) y por actividades de pastoreo de ganado, conformando una discontinuidad importante en la estructura del suelo, la remoción de la cobertura vegetal, la distinta conformación del terreno natural de la zona, así como que esta zona está dentro de una área urbanizada.

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

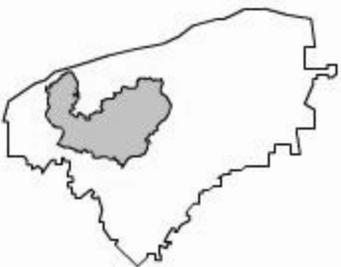
Cada una de las unidades de gestión territorial reconocidas para el estado de Yucatán tiene asignadas de manera explícita políticas territoriales y criterios de uso y manejo. Las políticas asignadas son las siguientes:

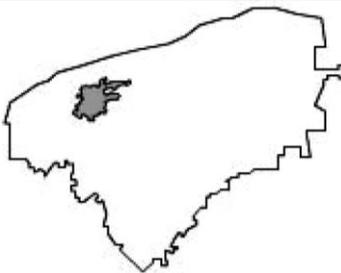
- I. Protección.
- II. Conservación.
- III. Restauración.
- IV. Aprovechamiento.

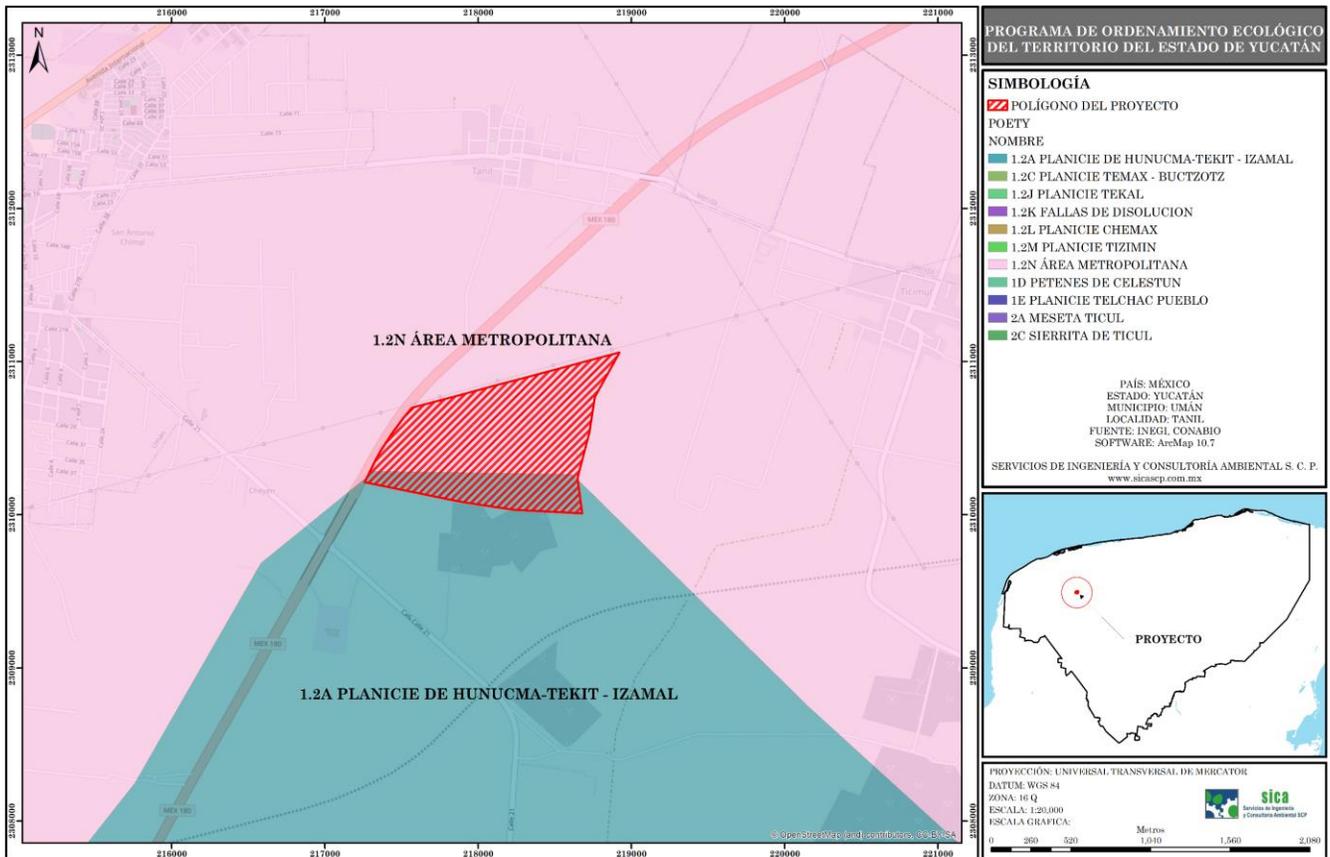
Según el POETY el área del proyecto se encuentra en las Unidades de Gestión Ambiental **1.2 A. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal** y **1.2N Área Metropolitana**. Ambas unidades tienen una planicie de plataforma nivelada (5-20 m), karstificada, con karso desnudo (70-80%) sobre calizas, con suelos del tipo litosol y rendzina, con selva baja caducifolia y mediana

subcaducifolia con vegetación secundaria. Para el caso de la UGA 1.2 A, predominan las plantaciones de henequén en abandono, pastizal para ganadería extensiva y asentamientos humanos y cuenta con una superficie 5,819.74 km<sup>2</sup>. En la UGA 1.2N, predomina las áreas urbanas y suburbanas de la ciudad de Mérida y cuenta con una superficie 794.90 km<sup>2</sup>.

**Tabla III.4.** Política y uso principal en las UGA's donde se ubica el proyecto.

| UNIDAD DE GESTIÓN DEL POETY |   |  |
|-----------------------------|---|--|
| Clave UGA                   | 1.2A  |  |
| Nombre                      | Planicie Hunucmá-Tekit-Izamal   |  |
| Área                        | 5,819.74 km <sup>2</sup>  |  |
| USOS                        |   |  |
| Predominantes               | Suelo urbano  |  |
| Compatibles                 | Industria de la transformación, agricultura de hortalizas, apicultura, silvicultura, turismo alternativo. |  |
| Condicionados               | Avicultura, porcicultura, agricultura tecnificada, <b>extracción de materiales pétreos.</b>               |  |
| Incompatibles               | Ganadería semi-extensiva.   |  |
| Políticas                   | P – 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16  |  |
|                             | C – 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13   |  |
|                             | A – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16   |  |
|                             | R – 1, 2, 5, 6, 8, 9  |  |

| UNIDAD DE GESTIÓN DEL POETY |   |  |
|-----------------------------|---|--|
| Clave UGA                   | 1.2N  |  |
| Nombre                      | Área metropolitana  |  |
| Área                        | 794.90 km <sup>2</sup>  |  |
| USOS                        |   |  |
| Predominantes               | Suelo urbano  |  |
| Compatibles                 | Industrial de transformación y turismo.                             |  |
| Condicionados               | Industria pesada, ganadería, agricultura tradicional y tecnificada. |  |
| Incompatibles               | Granjas avícolas y porcícolas.                                      |  |
| Políticas                   | P – 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16.                           |  |
|                             | C – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13                               |  |
|                             | A – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 22.      |  |
|                             | R – 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21    |  |



**Figura III.2.** Ubicación del proyecto respecto a las UGA's del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán.

Como se observa en la **tabla III.4**, las obras y/o actividades del proyecto en el área de estudio no son expresamente prohibidas en los usos restringidos de ambas **UGA's 1**. De hecho, este proyecto es de gran importancia ya que contribuirá a la generación de empleos y servicios de la localidad y el municipio; por lo que se puede indicar que es totalmente compatible con el uso destinado para las UGA's.

El proyecto que nos ocupa adicionalmente propondrá acciones ambientales que conlleven a la conservación y a la protección de ecosistemas como la selva mediana a través de la permanencia de biodiversidad representativa (rescate y reubicación de flora y fauna silvestre) y áreas sin proyecto (con suelo natural y cubierta vegetal típico de la región) que permitirán la continuidad en los servicios ambientales que se prestan en la región.

A continuación, se realiza un análisis de cada uno de los criterios y recomendaciones de las políticas contenidas para las UGA's.

**Tabla III.5.** Políticas de Protección (P) que rigen en la UGA.

| UGA´s        | PROTECCIÓN (P) |             |   |
|--------------|----------------|-------------|---|
| 1.2A<br>1.2N | 1              | Criterio    | <b>Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio.</b>  |
|              |                | Vinculación | <i>El presente proyecto se desarrollará dentro del marco de criterios de la unidad de gestión donde se ubica, la normatividad aplicable al proyecto, las medidas preventivas derivadas del presente estudio y de las condicionantes que le imponga la autoridad competente; todo esto con el fin de cumplir con el presente criterio. Además, es importante mencionar que, como medida de compensación por las actividades de Cambio de Uso de Suelo del Terreno Forestal, se contempla el establecimiento de amortiguamiento, así como un programa de reforestación para la restauración del sitio durante la etapa de abandono.</i> |
| 1.2A<br>1.2N | 2              | Criterio    | <b>Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.</b>  |
|              |                | Vinculación | <i>La ejecución del proyecto permitirá la creación de empleos que podrán ser aprovechados por la gente de las cercanías al sitio. Por otra parte, las actividades a desarrollar se harán con apego a las disposiciones del Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán. El establecimiento de áreas de amortiguamiento y la ejecución de medidas de prevención y mitigación contribuyen a proteger el ecosistema presente y reducir el daño en las zonas por afectar.</i>  |
| 1.2A<br>1.2N | 4              | Criterio    | <b>No se permiten los asentamientos humanos en ecosistemas altamente deteriorados con riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos, salvo que hayan sido saneados.</b>   |

| UGA´s        | PROTECCIÓN (P) |             |   |
|--------------|----------------|-------------|---|
|              |                | Vinculación | <i>El sitio del proyecto no alberga ecosistemas altamente deteriorados por la acumulación de desechos que pudiesen afectar la salud de la población. Por otra parte, el proyecto no contempla el establecimiento de asentamientos humanos, sino que es para la habilitación de un banco de materiales, por lo cual este criterio no le aplica.</i>  |
| 1.2A<br>1.2N | 5              | Criterio    | <b>No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológicos infecciosos.</b>   |
|              |                | Vinculación | <i>El área del proyecto no será un sitio disposición de materiales y residuos peligrosos. Sin embargo, debido a la utilización de maquinaria podría ser necesario el uso de aceites o grasas, por lo que si se llegara a generar cierta cantidad de residuos peligrosos estos serán recolectados por una empresa autorizada, para darle la disposición final adecuada. Cabe mencionar que como parte de las medidas de compensación y mitigación se presentan procedimientos enfocados al buen manejo y disposición de residuos de cualquier tipo, los cuales se describen en el <b>Anexo 5</b> adjunto a este estudio.</i> |
| 1.2A<br>1.2N | 6              | Criterio    | <b>No se permite la construcción a menos de 20 m de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.</b>  |
|              |                | Vinculación | <i>El proyecto no involucra construcciones en los alrededores o cercanas a cuerpos de agua naturales, de manera que el criterio no le aplica al proyecto.</i>   |
| 1.2A<br>1.2N | 9              | Criterio    | <b>No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos, ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.</b>   |

| UGA´s        | PROTECCIÓN (P) |             |  |
|--------------|----------------|-------------|--|
|              |                | Vinculación | <p>Los residuos vegetales derivados del desmonte serán triturados y trozados para facilitar su degradación y se incorporarán en los claros naturales presentes dentro del área de amortiguamiento para fomentar la formación del suelo.</p> <p>En cuanto a los residuos sólidos urbanos, estos se mantendrán en contenedores con tapa y serán trasladados a sitios de disposición final establecidos por las autoridades competentes y en ningún momento se quemarán en el área de estudio.</p> <p>Es importante recalcar que durante las actividades de CUSTF se prohíbe la aplicación de herbicidas y defoliantes a la vegetación, cuyo depósito en el suelo y posterior lixiviación provocarían la contaminación del aire, suelo y agua de la región.</p> |
| 1.2A<br>1.2N | 10             | Criterio    | <p><b>Los depósitos de combustible deben someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.</b></p>   |
|              |                | Vinculación | <p>El requerimiento de combustible será variable dependiendo del grado de trabajo que se presente; éste será adquirido de las estaciones de servicio cercanas al sitio y transportadas hasta el área del proyecto por un camión de la empresa, por lo que en ningún momento se contempla el almacenamiento de esta sustancia.</p>  |
| 1.2A<br>1.2N | 12             | Criterio    | <p><b>Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.</b></p>   |

| UGA´s        | PROTECCIÓN (P) |             |  |
|--------------|----------------|-------------|--|
|              |                | Vinculación | <p><i>La movilidad entre la fauna actualmente presente en el sitio, y los predios colindantes, se garantizará mediante el área de amortiguamiento (40%) actualmente considerada. Esta área se conformará una franja que bordeará todo el predio. De esta forma, no se interrumpirá la comunicación de la vegetación remanente en el predio con la vegetación circundante. Adicionalmente, las áreas en las cuales se haya alcanzado la profundidad máxima de explotación se llevarán a cabo una adecuación y reverdecimiento de los taludes en los bordes, de tal forma que se favorecerá la recolonización de vida silvestre y la conectividad de la vegetación entre las áreas circundantes.</i></p> <p><i>El proyecto además propone una serie de medidas que favorecerán dicho criterio, tales como la Implementación del Programa de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF y el Programa de protección y conservación de la fauna silvestre (Ver Anexo 6).</i></p> |
| 1.2A<br>1.2N | 13             | Criterio    | <b>No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.</b>   |
|              |                | Vinculación | <p>El proyecto en ningún momento realizará actividades que degraden la naturaleza de la región. El área de estudio se encuentra fuera del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMx):</p> <p>Además, el proyecto contempla la permanencia de áreas amortiguamiento con vegetación nativa y suelo natural; éstas seguirán funcionando como corredores de fauna; permitiendo de esta manera la conectividad del predio con áreas contiguas que presenten vegetación natural.</p>   |
| 1.2A<br>1.2N | 14             | Criterio    | <b>Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.</b>   |
|              |                | Vinculación | <p><i>El proyecto no pretende desmontar más de lo manifestado en el plano de CUSTF, además de que implementará actividades de reubicación y rescate de flora que se mantendrán dentro del área del proyecto lo que favorecerá a la recarga del acuífero en la zona.</i></p>  |

| UGA´s        | PROTECCIÓN (P) |             |   |
|--------------|----------------|-------------|---|
| 1.2A<br>1.2N | 16             | Criterio    | <b>No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.</b>  |
|              |                | Vinculación | <i>No aplica para el proyecto; ya que este consiste en la extracción de materiales pétreos, no se contemplan actividades de pastoreo.</i> |

**Tabla III.6.** Criterios de Conservación (C)

| UGA´s        | CONSERVACIÓN (C) |             |  |
|--------------|------------------|-------------|--|
| 1.2A<br>1.2N | 1                | Criterio    | <b>Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.</b>  |
|              |                  | Vinculación | <i>El desmonte en las áreas que lo requieran será de manera gradual, y durante esta actividad se contará con la ejecución de medidas para la protección de la flora y fauna, además se contempla un área de amortiguamiento que corresponde al 40% del conjunto de predios, en los cuales servirán de refugio y alimentación de la fauna y como fuente de germoplasma de las especies de flora presentes.</i>      |
| 1.2N         | 2                | Criterio    | <b>Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.</b>  |
|              |                  | Vinculación | <i>El desmonte será realizado de manera gradual y por etapas, para evitar la erosión del suelo, de igual forma el material vegetal producto de esta actividad será trozada y triturada para posteriormente ser utilizada en claros del área de amortiguamiento que lo requieran, así como también podrá ser usado para las actividades de reforestación y restauración durante la etapa de abandono del sitio.</i> |
| 1.2A<br>1.2N | 3                | Criterio    | <b>Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.</b>   |
|              |                  | Vinculación | <i>El proyecto no manejará especies exóticas; la reforestación únicamente se realizará con especies nativas propias de la región, provenientes de las acciones de rescate en el área de CUSTF, así como de la adquisición de viveros autorizados.</i>  |

| UGA´s        | CONSERVACIÓN (C) |             |  |
|--------------|------------------|-------------|--|
| 1.2A<br>1.2N | 4                | Criterio    | <b>En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.</b>   |
|              |                  | Vinculación | <i>El proyecto no se encuentra dentro de ecosistemas, excepcionales, ni cerca de cuerpos de agua naturales y/o dunas costeras. Sin embargo, se contempla una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación con el objeto de reducir todo tipo de afectación a las poblaciones de flora y fauna silvestre, especialmente aquellas que se encuentren dentro de alguna categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010 y Endémicas). Por lo anterior, el proyecto contará con un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF, un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre, así como un Procedimiento de Supervisión Ambiental para verificar el cumplimiento de todas las medidas (Anexo 5 y 6).</i> |
| 1.2N         | 5                | Criterio    | <b>No se permite la instalación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.</b>   |
|              |                  | Vinculación | <i>EL proyecto a pesar de ser un banco para extracción de material pétreo, no se ubica dentro de un área natural protegida, ni de cuerpos de agua y/o dunas costeras.</i>  |
| 1.2A<br>1.2N | 6                | Criterio    | <b>Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.</b>  |
|              |                  | Vinculación | <i>Este criterio no aplica al proyecto, ya que no es de tipo turístico y por ende, no requerirá de un estudio de capacidad de carga.</i>   |
| 1.2A<br>1.2N | 7                | Criterio    | <b>Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.</b>   |
|              |                  | Vinculación | <i>Este criterio no aplica al proyecto, ya que el presente no es de tipo turístico. Sin embargo, el proyecto realizará un Procedimiento de Manejo de Residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso) para más información ver el anexo 5.</i>   |

| UGA´s        | CONSERVACIÓN (C) |             |   |
|--------------|------------------|-------------|---|
| 1.2A<br>1.2N | 8                | Criterio    | <b>No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítima terrestre, zonas inundables y áreas marinas.</b>  |
|              |                  | Vinculación | <i>Los materiales extraídos en el predio serán aprovechados en su totalidad, y por tanto no se dispondrán sobre vegetación nativa, zona federal marítima terrestre, zonas inundables y/o áreas marinas.</i>   |
| 1.2A<br>1.2N | 9                | Criterio    | <b>Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.</b>   |
|              |                  | Vinculación | <i>No aplica al proyecto, ya que este consiste en la habilitación de un banco de extracción de materiales y no en la construcción de una vía de comunicación. No obstante, a lo anterior, el proyecto tendrá caminos rústicos, los cuales no requerirán de sellamiento con material asfáltico o de concreto y por lo tanto contarán con el drenaje del suelo natural, lo que también ayuda a que no ocurran potenciales inundaciones o encharcamientos en el área de estudio durante la época de lluvias.</i> |
| 1.2A<br>1.2N | 10               | Criterio    | <b>El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.</b>  |
|              |                  | Vinculación | <i>El proyecto no consiste en infraestructura de vías de comunicación; por lo tanto, no aplica al proyecto.</i>   |
| 1.2A         | 12               | Criterio    | <b>La exploración y explotación de recursos no renovables por parte de la industria deberá garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres.</b>  |

| UGA's | CONSERVACIÓN (C) |  |
|-------|------------------|--|
|       | Vinculación      | <p><i>El proyecto contempla medidas para garantizar la protección del acuífero, y la aplicación de un programa de acción para la protección de la flora silvestre (Anexos). Así mismo, el área de amortiguamiento considerada permitirá el establecimiento de las especies desplazadas.</i></p> <p><i>Dentro de las medidas para el control de los recursos no renovables se tienen las siguientes medidas:</i></p> <p><i>Contra derrame de hidrocarburos. Las medidas preventivas para evitar derrames de combustible y aceites consistirán en:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>• Los vehículos utilizados en el proyecto cargarán combustible exclusivamente en las estaciones de servicio.</i></li> <li><i>• La maquinaria y equipo sólo deberán abastecerse por personal calificado y en presencia de algún supervisor.</i></li> <li><i>• Se prohibirá el cambio de aceite de los vehículos y maquinaria u otro equipo en las áreas de trabajo.</i></li> <li><i>• Los cambios de aceite se realizarán en talleres autorizados.</i></li> <li><i>• Cualquier derrame accidental, deberá ser removido inmediatamente.</i></li> </ul> <p><i>Para evitar la afectación a la fauna silvestre, previo al desarrollo de las actividades de explotación, se revisará el área de afectación para detectar la fauna presente, que en su caso será capturada y reubicada en áreas adyacentes en que se encuentren fuera de peligro. En caso necesario, se aplicará un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre para el área de afectación (Ver Anexos).</i></p> <p><i>De igual forma durante las actividades de preparación, y operación se contará con letrinas portátiles, las cuales serán de uso obligatorio. Las aguas residuales serán dispuestas por la empresa arrendadora de este servicio. Todo lo anterior con la finalidad de evitar la contaminación del manto acuífero.</i></p> |

| UGA´s        | CONSERVACIÓN (C) |             |   |
|--------------|------------------|-------------|---|
| 1.2A<br>1.2N | 13               | Criterio    | <b>Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.</b>  |
|              |                  | Vinculación | <i>El área donde se ubica el proyecto no alberga ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región. Sin embargo, el proyecto contempla la permanencia del 40% de terreno natural con vegetación nativa de la región y que conforman el área del amortiguamiento del proyecto. Esta área permitirá la continuación de la prestación de servicios ambientales de importancia en la región.</i> |

**Tabla III.7.** Criterios de Aprovechamiento (A)

| UGA´s        | APROVECHAMIENTO (A) |             |   |
|--------------|---------------------|-------------|---|
| 1.2A<br>1.2N | 1                   | Criterio    | <b>Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas</b>   |
|              |                     | Vinculación | <i>El proyecto no contempla la implementación de actividades agrícolas. Sin embargo, como parte de las medidas de compensación por la pérdida de suelo por CUSTF, se plantea la permanencia de suelos en las áreas de amortiguamiento, previniendo o reduciendo la erosión, las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo, otorgando a la vez, el soporte y suministro de nutrientes a las plantas. De igual forma como se ha mencionado anteriormente, el proyecto contempla llevar a cabo un programa de reforestación lo que permitirá la restauración de las áreas aprovechadas.</i> |
| 1.2A<br>1.2N | 2                   | Criterio    | <b>Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.</b>   |
|              |                     | Vinculación | <i>El material producto de desmonte será mantenido dentro del área para su posterior traslado o reincorporación a las áreas que ya fueron explotadas. Con ello se reducirá las posibles afectaciones a la vegetación circundante por la generación de incendios. Así mismo, los residuos sólidos urbanos que sean generados por los trabajadores, serán enviados al sitio de disposición final.</i>   |
| 1.2A<br>1.2N | 3                   | Criterio    | <b>Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.</b>   |

| UGA´s        | APROVECHAMIENTO (A) |                 |  |
|--------------|---------------------|-----------------|--|
|              |                     | Vinculación     | <i>El proyecto no contempla el uso de agroquímicos y tampoco es de producción agrícola.</i>  |
| 1.2A<br>1.2N | 4                   | <b>Criterio</b> | <b>Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.</b>  |
|              |                     | Vinculación     | <i>El proyecto es una rehabilitación de un banco de material pétreo y no de producción agrícola., que requiere realizar el tipo de actividades mencionadas en el presente criterio.</i>  |
| 1.2A<br>1.2N | 5                   | <b>Criterio</b> | <b>Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.</b>  |
|              |                     | Vinculación     | <i>El proyecto no es de tipo agropecuario por lo que no aplica el criterio.</i>  |
| 1.2A<br>1.2N | 6                   | <b>Criterio</b> | <b>Regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.</b>   |
|              |                     | Vinculación     | <i>El proyecto no es de tipo granjas porcícolas, acuícolas o avícolas por lo que no aplica al criterio, el proyecto es por la habilitación de un banco de material.</i>  |
| 1.2N         | 7                   | <b>Criterio</b> | <b>Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.</b>   |
|              |                     | Vinculación     | <i>El proyecto trata sobre el CUSTF para realizar actividades de extracción de material pétreo, por lo cual no le aplica el presente criterio.</i>   |
| 1.2N         | 8                   | <b>Criterio</b> | <b>En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.</b>  |
|              |                     | Vinculación     | <i>Este criterio no aplica al proyecto, dada la naturaleza del mismo, como se ha mencionado anteriormente.</i>   |
| 1.2A<br>1.2N | 9                   | <b>Criterio</b> | <b>El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.</b>         |
|              |                     | Vinculación     | <i>El proyecto no es de tipo ecoturismo, por lo que no aplica el criterio.</i>   |
| 1.2A<br>1.2N | 11                  | <b>Criterio</b> | <b>Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.</b>  |
|              |                     | Vinculación     | <i>El proyecto contempla la permanencia de 40% de terreno natural con vegetación nativa de la región y que conforman el área del amortiguamiento del proyecto, la cual fungirá como un corredor de vegetación y donde también la fauna silvestre podrá resguardarse.</i> |

| UGA´s        | APROVECHAMIENTO (A) |             |   |
|--------------|---------------------|-------------|---|
| 1.2A<br>1.2N | 12                  | Criterio    | <b>Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones eco turísticas.</b>   |
|              |                     | Vinculación | <i>No aplica el criterio, dada la naturaleza del proyecto.</i>  |
| 1.2A<br>1.2N | 13                  | Criterio    | <b>En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.</b>  |
|              |                     | Vinculación | <i>El proyecto no es de tipo agrícola por lo que no aplica al criterio, el proyecto es por la habilitación de un banco de material.</i>   |
| 1.2A<br>1.2N | 14                  | Criterio    | <b>En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.</b> |
|              |                     | Vinculación | <i>El proyecto no es de tipo agricultura, sino que es por la habilitación de un banco de material, por lo que no aplica al criterio.</i>  |
| 1.2A<br>1.2N | 15                  | Criterio    | <b>No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva.</b>  |
|              |                     | Vinculación | <i>El proyecto no es de tipo ganadero, como se ha mencionado es por la habilitación de un banco de material, por lo que no aplica al criterio.</i>                                    |
| 1.2A<br>1.2N | 16                  | Criterio    | <b>Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.</b>  |
|              |                     | Vinculación | <i>No aplica para el presente proyecto, ya que este no es de tipo agropecuario.</i>   |
| 11.2N        | 20                  | Criterio    | <b>No se permiten áreas de cultivo a menos de 100 mts. De zonas de protección y pastizales naturales.</b>   |
|              |                     | Vinculación | <i>El proyecto no es de tipo agrícola, como se ha mencionado es por la habilitación de un banco de material, por lo que no aplica al criterio</i>                                     |
| 1.2N         | 22                  | Criterio    | <b>En la superficie destinada a la actividad ganadera debe establecerse vegetación forrajera en una densidad mayor a los pastos introducidos.</b>                                     |
|              |                     | Vinculación | <i>El proyecto no es de tipo ganadero, como se ha mencionado es por la rehabilitación de un banco de material, por lo que no aplica al criterio</i>                                   |

**Tabla III.8. Criterios de Restauración (R).**

| UGA's        | RESTAURACIÓN (R) |                 |  |
|--------------|------------------|-----------------|--|
| 1.2A<br>1.2N | 1                | <b>Criterio</b> | <b>Recuperar las tierras no productivas y degradadas.</b>  |
|              |                  | Vinculación     | <i>El proyecto cumple con este criterio, llevará a cabo el rescate del suelo orgánico forestal en el área de CUSTF y su posterior reubicación en las áreas de reforestación, realizando la labranza de conservación (acolchado de residuos vegetales) y la reforestación con plantas nativas de la región. Cabe señalar que esta actividad será realizada durante el abandono del sitio, por lo cual, de acuerdo a lo anterior, se da por cumplido el presente criterio.</i>   |
| 1.2A<br>1.2N | 2                | <b>Criterio</b> | <b>Restaurar las áreas de extracción de materiales pétreos.</b>  |
|              |                  | Vinculación     | <i>Como se ha mencionado posteriormente a la extracción de material pétreo, se podrán restaurar las áreas de extracción, ya que como parte de las medidas de mitigación y compensación se contempla la restauración de taludes y áreas con claros (sin vegetación) y caminos de acceso.</i>  |
| 1.2A<br>1.2N | 5                | <b>Criterio</b> | <b>Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.</b>   |
|              |                  | Vinculación     | <i>Se da cumplimiento a este criterio con la implementación del Programa de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF. Las especies forestales rescatadas del área de CUSTF serán reubicadas en zonas estratégicas que favorezcan el restablecimiento de vegetación en áreas descubiertas.</i><br><br><i>El proyecto promoverá el desmonte únicamente de las áreas proyectadas en el plano de CUSTF, esto evitará realizar desmontes innecesarios contribuyendo a disminuir las superficies expuestas a erosión y degradación.</i><br><br><i>De igual forma como se ha mencionado posteriormente a las actividades de extracción de material pétreo, se contempla la restauración de taludes y áreas con claros (sin vegetación) y caminos de acceso.</i> |
| 1.2A         | 6                | <b>Criterio</b> | <b>Promover la recuperación de poblaciones silvestres.</b>   |

| UGA´s        | <b>RESTAURACIÓN (R)</b> |                 |  |
|--------------|-------------------------|-----------------|--|
| 1.2N         |                         | Vinculación     | <p><i>En las áreas amortiguamiento se mantendrán las poblaciones silvestres de flora y fauna sin ser perturbadas para lograr su recuperación. Así mismo, esta área permitirá la movilidad de las especies de fauna silvestre hacia otras áreas colindantes.</i></p> <p><i>Además, el proyecto implementará un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF y Programa de acción para la protección de la fauna silvestre que en conjunto promuevan la protección, conservación de la biodiversidad y formas de vida.</i></p> <p><i>La movilidad de la fauna actualmente presente en el sitio, y los predios colindantes, se garantizará mediante el área de amortiguamiento (40%). Así mismo, una vez sea reforestada en su totalidad el área de taludes del banco de material al término de su vida útil, será más factible la colonización de especies de vegetación y de fauna en las áreas que ya fueron aprovechadas.</i></p> |
| 1.2A<br>1.2N | 8                       | <b>Criterio</b> | <b>Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.</b>   |
|              |                         | Vinculación     | <p><i>No es un proyecto turístico, pero se aplicará un programa de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF, así como también se llevará a cabo un programa de reforestación durante la etapa de abandono, de esta manera se contribuirá con la restauración de la cobertura vegetal que será afectada por el proyecto.</i></p>  |
| 1.2A<br>1.2N | 9                       | <b>Criterio</b> | <b>Restablecer y proteger los flujos naturales de agua.</b>  |
|              |                         | Vinculación     | <p><i>No se afectará algún cuerpo de agua superficial natural. No se afectarán los flujos naturales de escorrentía derivada de precipitación pluvial, se protegerán los flujos naturales al conservar la vegetación presente en el predio excepto el área que será utilizada para la extracción de material pétreo.</i></p>  |
| 1.2N         | 11                      | <b>Criterio</b> | <b>Restaurar superficies dañadas con especies nativas.</b>   |

| UGA´s |    | RESTAURACIÓN (R) |   |
|-------|----|------------------|---|
|       |    | Vinculación      | Como se ha mencionado posteriormente a la extracción de material pétreo, se podrán restaurar las áreas de extracción, ya que como parte de las medidas de mitigación y compensación se contempla la restauración de taludes y áreas con claros (sin vegetación) y caminos de acceso, mediante un programa de reforestación con especies nativas.                                |
| 1.2N  | 12 | Criterio         | <b>Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del Acuífero.</b>   |
|       |    | Vinculación      | Como se ha mencionado posteriormente a la extracción de material pétreo, se podrán restaurar las áreas de extracción, ya que como parte de las medidas de mitigación y compensación se contempla la restauración de taludes y áreas con claros (sin vegetación) y caminos de acceso, mediante un programa de reforestación, el cual le dará protección del acuífero.            |
| 1.2N  | 13 | Criterio         | <b>En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación debe llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha.</b>   |
|       |    | Vinculación      | Como se ha mencionado anteriormente el proyecto implementara las medidas de mitigación y compensación, entre ella se contempla la restauración de taludes y áreas con claros (sin vegetación) y caminos de acceso, mediante un programa de reforestación. Por lo que para dar cumplimiento a este criterio la densidad mínima de plantación será de 1,000 plantas por hectárea. |
| 1.2N  | 14 | Criterio         | <b>En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se debe asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.</b>   |
|       |    | Vinculación      | De acuerdo al programa de reforestación se llevará a cabo un seguimiento a la plantación, para poder tener un mínimo de sobrevivencia del 80% de los ejemplares plantados, y de ser necesario se llevará a cabo una segunda plantación para poder alcanzar ese mínimo.  |
| 1.2N  | 15 | Criterio         | <b>En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación debe incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación en caso de desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos.</b>  |

| UGA´s |    | RESTAURACIÓN (R) |  |
|-------|----|------------------|--|
|       |    | Vinculación      | Como se ha mencionado el proyecto aplicará un programa de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF, así como también se llevará a cabo un programa de reforestación durante la etapa de abandono, de esta manera se contribuirá con la restauración de la cobertura vegetal que será afectada por el proyecto. |
| 1.2N  | 16 | <b>Criterio</b>  | <b>Establecer programas de monitoreo ambiental.</b>  |
|       |    | Vinculación      | Como parte de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto se contempla llevar a cabo un seguimiento y supervisión ambiental durante todas las etapas del proyecto, con la finalidad de verificar el debido cumplimiento de todas y cada una de las medidas, así como de los términos y condicionantes emitidos por las autoridades correspondientes. |
| 1.2N  | 17 | <b>Criterio</b>  | <b>En áreas de restauración se debe restituir al suelo del sitio la capa vegetal que se retiró, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.</b>   |
|       |    | Vinculación      | El material producto de las actividades de desmonte y despalle, serán trozado y triturado para que pueda ser utilizado en las áreas que fueron aprovechadas. Lo que contribuirá a tener un suelo fértil y apto para llevar a cabo las actividades de reforestación de dichas áreas.  |
| 1.2N  | 18 | <b>Criterio</b>  | <b>En la fase de restauración del área de extracción de materiales pétreos, el piso del banco debe estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil de un espesor igual al que originalmente tenía.</b>   |
|       |    | Vinculación      | El material producto de las actividades de desmonte y despalle, serán trozado y triturado para que pueda ser utilizado en las áreas que fueron aprovechadas. Lo que contribuirá a tener un suelo fértil y apto para llevar a cabo las actividades de reforestación de dichas áreas.  |
| 1.2N  | 19 | <b>Criterio</b>  | <b>Los troncos, tocones, copas, ramas, raíces y matorrales deben ser triturados e incorporados al suelo fértil que será apilado en una zona específica dentro del polígono del banco en proceso de explotación, para ser utilizado en los programas de restauración del área.</b>  |

| UGA´s |    | RESTAURACIÓN (R) |   |
|-------|----|------------------|---|
|       |    | Vinculación      | <i>El material producto de las actividades de desmonte y despálme, serán trozado y triturado para que pueda ser utilizado en las áreas que fueron aprovechadas. Lo que contribuirá a tener un suelo fértil y apto para llevar a cabo las actividades de reforestación de dichas áreas.</i>  |
| 1.2N  | 20 | Criterio         | <b>En el banco de extracción el suelo fértil debe retirarse en su totalidad, evitando que se mezcle con otro tipo de material. La tierra vegetal o capa edáfica producto del despálme debe almacenarse en la parte más alta del terreno para su posterior utilización en las terrazas conformadas del banco y ser usada en la etapa de reforestación.</b> |
|       |    | Vinculación      | <i>Como se ha mencionado en los criterios anteriores, el material producto de las actividades de desmonte y despálme, serán trozado y triturado para que pueda ser utilizado en las áreas que fueron aprovechadas. Lo que contribuirá a tener un suelo fértil y apto para llevar a cabo las actividades de reforestación de dichas áreas.</i>             |
| 1.2N  | 21 | Criterio         | <b>Una vez que se dé por finalizada la explotación del banco de materiales y se concluya la restauración del mismo, se debe proceder a su reforestación total de acuerdo a lo propuesto en el programa de recuperación y restauración del área impactada utilizando como base la vegetación de la región o según indique la autoridad competente.</b>     |
|       |    | Vinculación      | <i>Como se ha mencionado reiteradamente, durante la etapa de abandono del sitio se llevará a cabo un programa de reforestación con plantas nativas que fueron rescatadas durante la preparación del sitio, así como de ejemplares obtenidos en viveros autorizados. Por lo cual se da por cumplido el presente criterio.</i>                              |

### Vinculación:

*El predio donde se pretende realizar el proyecto se encuentra dentro de dos UGA´s con una política de Aprovechamiento; al respecto cabe destacar que el mismo se encuentra fuera de algún Área Natural Protegida.*

*El proyecto se desarrollará dando cumplimiento a los criterios ecológicos aplicables a las UGA´s en cuestión y aplicando medidas preventivas, de mitigación y compensatorias, con las cuales se garantizará la regeneración del sitio, la permanencia de las especies de flora y*

*fauna presentes, el equilibrio de los ecosistemas y la funcionalidad del paisaje. Bajo este contexto y los argumentos expuestos en cada uno de los criterios aplicables, podemos concluir que el proyecto es congruente con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán (POETY).*

## **III.2 LOS PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES Y MUNICIPALES**

### **III.2.1. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE YUCATÁN 2018-2024**

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2018-2024 de Yucatán se construyó con una perspectiva de derechos humanos y mediante un proceso democrático, participativo e inclusivo de atención a los grupos que se encuentran en una situación de particular vulnerabilidad; la base del Plan se centra en la identificación de los Derechos Económicos Sociales Culturales y Ambientales con el fin de garantizar el pleno desarrollo integral de las personas.

El PED, promueve de manera primordial que las acciones del gobierno tengan como fin garantizar el desarrollo humano sostenible en el estado teniendo como marco de referencia los derechos humanos y los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, para que en torno a los ejes de actuación de las esferas económica, social, cultural y ambiental se orienten a garantizar las condiciones para que las y los ciudadanos, incluso los de las generaciones futuras, puedan gozar de una vida digna.

El Plan se estructura en cuatro ejes sectoriales integrados a los Desca, cinco ejes transversales interrelacionados a cada eje, así como 27 políticas que ayudan al cumplimiento de cada derecho con miras en el cumplimiento de la Agenda 2030. Además, cuenta con 86 objetivos, 186 estrategias y 897 líneas de acción.

Los cuatro ejes sectoriales son:

- 1.- Yucatán con economía inclusiva
- 2.- Yucatán con Calidad de Vida y Bienestar Social
- 3.- Yucatán Cultural con Identidad para el Desarrollo
- 4.- Yucatán Verde y Sustentable

Los cinco ejes transversales son:

- 1.- Igualdad de género oportunidades y no discriminación
- 2.- Innovación, conocimiento y tecnología
- 3.- Paz, justicia y gobernabilidad
- 4.- Gobierno abierto, eficiente y con finanzas sanas

## 5.- Ciudades y comunidades sostenibles

El eje sectorial Yucatán Verde y Sustentable tiene como objetivo general, mejorar el manejo sustentable del medio ambiente en Yucatán, ya que una mala gestión de recursos como la flora, la fauna, el agua, la tierra y el aire, así como de los residuos que se producen, puede afectar seriamente el potencial de la entidad para atraer y retener tanto inversión como talento en el mediano y largo plazo, por lo tanto, la sustentabilidad ambiental es una condición indispensable para generar crecimiento y desarrollo en el largo plazo.

Con base en lo anterior, en el eje ambiental se han definido siete políticas públicas, las cuales estarán enfocadas en atender problemáticas identificadas en el diagnóstico, a fin de potencializar las fortalezas y aprovechar las áreas de oportunidad, estas políticas son:

1. Conservación de recursos naturales
2. Acción por el clima
3. Agua limpia y saneamiento
4. Manejo integral de residuos
5. Energía asequible y no contaminante
6. Vida submarina
7. Movilidad sustentable

Una de las conclusiones expuestas en el análisis diagnóstico que compete a este eje sectorial esta que en Yucatán existe una deficiente conservación de los recursos naturales, esto se debe principalmente a la expansión de las superficies para terrenos agrícolas, pastos para ganado o actividades mineras; como consecuencia, no existen suficientes superficies consideradas como áreas naturales protegidas. Otra de las principales causas que se encuentran en el estado, es la deficiente conservación del sistema kárstico, esto como resultado de un alto uso de agroquímicos en la agricultura tecnificada y tradicional de temporal, así como la contaminación por desechos humanos (The Boston Consulting Group, 2018).

De igual forma, Yucatán presenta una baja competitividad forestal derivada del deficiente aprovechamiento de sus selvas primarias y secundarias, la disminución de la cobertura forestal estatal, y la inexistencia de leyes estatales sobre manejo forestal, lo que provoca una insuficiente conservación de los ecosistemas terrestres.

Dentro del sector economía del PDE se persigue visiones para el rubro inversiones y desarrollo industrial como:

- Para potencializar a las empresas y llevar sus productos a nuevos mercados, será prioritario incrementar la competitividad, la conectividad y hacer más eficiente la regulación; tales factores son requisitos indispensables para lograr atraer mayores

inversiones, particularmente en el **sector industrial**, y con esto, aumentar el valor agregado de la producción, detonar las exportaciones y la generación de empleos mejor pagados.

**Vinculación.** *Con base a la información anteriormente vertida se puede indicar que el proyecto, es totalmente congruente con una de las visiones planteadas en el Programa Estatal de Desarrollo de Yucatán para el rubro ambiental. Lo anterior se debe a que a través del proyecto se aprovecharía de forma sustentable los recursos naturales, con un manejo adecuado para garantizar que las generaciones futuras tengan acceso al mismo.*

### **III.2.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.**

**ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS** (ANP's). El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico.

El proyecto no colinda directamente con alguna ANP, sin embargo, a una distancia de 2.2 km se encuentra la Reserva Ecológica Estatal de Cuxtal, por lo que se consideran medidas adecuadas, así como la respectiva supervisión ambiental para evitar la afectación a la flora y fauna, además las actividades a realizar por la implementación del proyecto. No afectará el ecosistema, debido al buen manejo de las aguas residuales a través del uso de letrinas móviles. En la siguiente figura se observa la ubicación del proyecto con respecto a esta ANP.

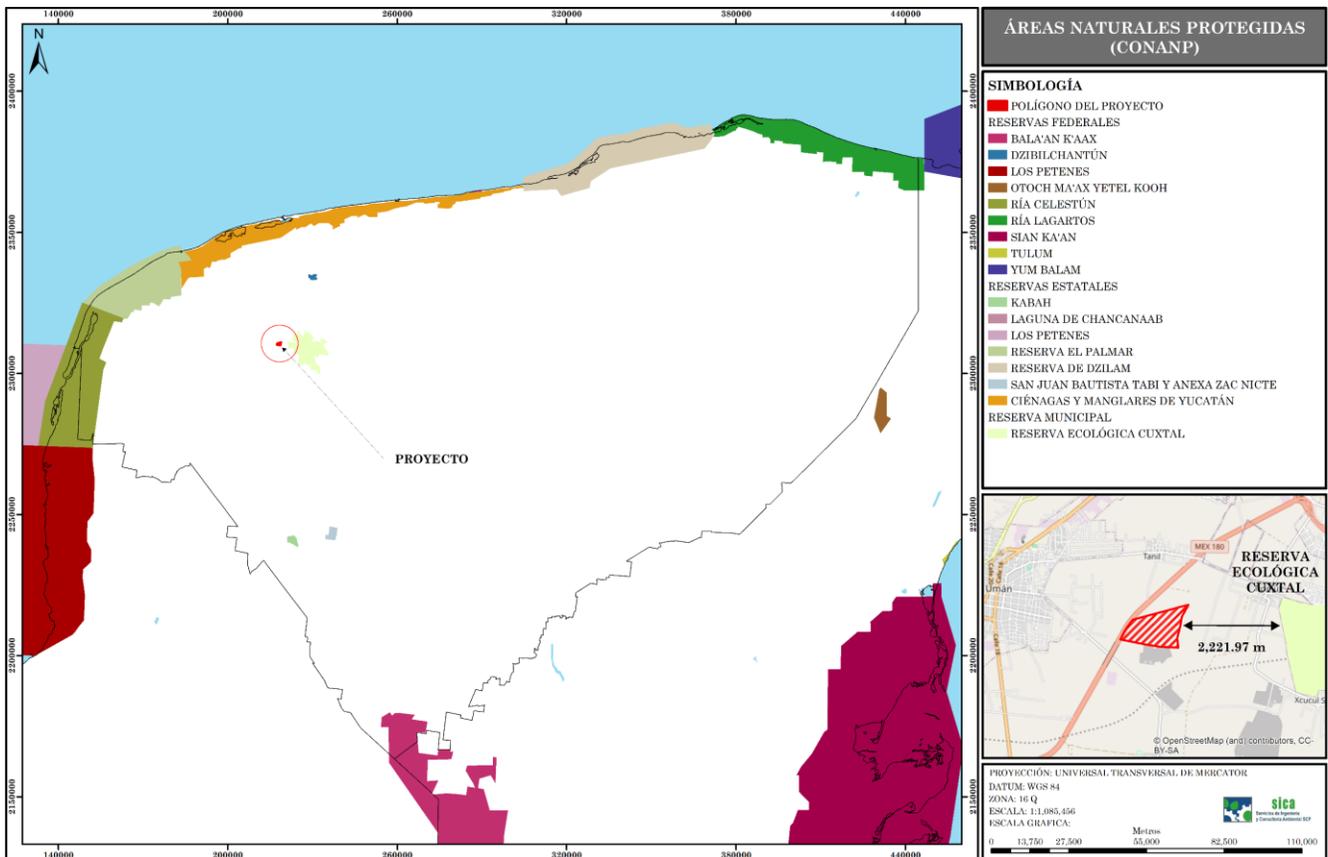


Figura III. 3. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

### III.3 PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

No se cuenta con algún programa de recuperación o restauración ecológica, sin embargo, como parte de los programas a realizarse para el proyecto y dado a tipo de obra a implementar, una vez finalizada la etapa operativa del proyecto se pretende la restauración del sitio a través de un **Programa de Restauración (Anexo 6C)** del banco de material pétreo mismo que tiene como objetivo el establecer acciones que se desarrollarán para la restauración de todas las áreas afectadas (zonas de acceso, caminos y zonas aledañas al área de aprovechamiento en este caso los taludes) por las acciones de extracción de material pétreo.

### III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas que regulan las emisiones, las descargas o el aprovechamiento de los recursos naturales.

Aunado a lo anterior, se deberá recomendar a los diferentes contratistas que realicen el servicio en las diferentes obras que le den el mantenimiento de sus vehículos automotores y maquinaria en general para dar cabal cumplimiento a las normas oficiales mexicanas que se citan a continuación:

#### **III.4.1. EN MATERIA DE AGUA**

**NOM-001-SEMARNAT-1996.** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

**Vinculación:** *Durante la etapa de preparación de sitio y su operación se emplearán letrinas móviles para uso de los trabajadores y se podrán utilizar en dado caso, los sanitarios habilitados dentro del banco de materiales que actualmente se encuentra operando. Las aguas sanitarias que se generen, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al manto freático.*

#### **III.4.2. EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

**NOM-041-SEMARNAT-2015.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.

**Vinculación:** *Para dar cumplimiento a la normatividad expuesta, durante las diversas actividades del proyecto se supervisará que todos los vehículos empleados presenten buenas condiciones mecánicas y de afinación para minimizar la emisión de gases a la atmósfera. Por lo que los vehículos, volquetes y cualquier tipo de camión de carga utilizados contarán con mantenimiento periódico.*

**NOM-045-SEMARNAT-2017.** que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.

**Vinculación:** *Los vehículos utilizados durante la preparación del sitio y operación, deberán contar con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo. Aunque esta norma no es aplicable a la maquinaria, y el uso de esta será en un lapso corto de tiempo, se verificará que estos cuenten con un mantenimiento periódico.*

**NOM-080-SEMARNAT-1994.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

**Vinculación:** *Las camionetas de la empresa que sean empleadas durante la obra serán objeto de mantenimiento periódico que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Esta norma no es aplicable a la maquinaria que se utilizará para construcción. Se considera que la mayor generación de ruido es por parte de los vehículos y maquinaria serán menores y se considera que estas no rebasan los 65 dB además que solo laborarán de día.*

**NOM-081-SEMARNAT-1994.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

**Vinculación:** *El banco de materiales cumplirá con la normatividad relacionada con la prevención y control de la contaminación por ruido, exigiendo a los contratistas de la maquinaria pesada que cumplan con lo establecido en la NOM.*

**NMX-AA-062-1979.** Acústica. Determinación de los niveles de ruido ambiental.

**Vinculación:** *Para ello el promovente se asegurará de que la maquinaria, equipo y vehículos de transporte reciban el mantenimiento adecuado, que limite la emisión de ruido durante las actividades en el área del proyecto y durante el transporte de los materiales fuera del sitio. Por otra parte, los trabajos se realizarán únicamente durante el día.*

### **III.4.3. EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

**NOM-052-SEMARNAT-2005.** Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

**NOM-054-SEMARNAT-1993.** Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT-1993.

**Vinculación.** *Los residuos peligrosos que se llegarán a generar durante las actividades del proyecto serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones de estas normas y del Reglamento de la LGPGIR.*

*En especial es relevante verificar el cumplimiento de la NOM-054-SEMARNAT-1993 para determinar las incompatibilidades de los residuos almacenados en el área de sólidos, para garantizar un adecuado manejo de los mismos dentro del predio.*

*Las normas mencionadas son los instrumentos normativos que regirán durante todas las etapas del proyecto, por lo que se considera el cumplimiento puntual de las mismas por parte de la empresa. Se aplicará el **Procedimiento de manejo de residuos peligrosos**, el cual se puede observar en el **Anexo 5** del estudio en cuestión.*

## **EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA**

**NOM-059-SEMARNAT-2010.-** Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

**Vinculación:** *Se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el sitio, como se describe en la sección de flora y fauna del **Capítulo IV**. En el área delimitada para el CUSTF se tuvo registro de especies enlistadas en la presente NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, las especies no se verán afectadas, llevando a cabo acciones para prevenir y mitigar los efectos causados, tales como el rescate y reubicación de especies, establecimiento de áreas de amortiguamiento (superficies con vegetación nativa y suelo natural) que propiciará la permanencia de vegetación en esta norma y proveerá de áreas de refugio y alimentación de especies de importancia en algún estatus de riesgo.*

*Estas actividades serán realizadas mediante la implementación del Programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación a afectar por el CUSTF y del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de este estudio). Dichos programas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestre de la región.*

## **EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y PLANES DE EMERGENCIA**

**NOM-006-STPS-1993.** Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para la estiba y desestiba de los materiales en los centros de trabajo.

**Vinculación:** *La empresa procurará en todo momento la seguridad de los trabajadores y del equipo de protección individual en el proyecto. A los trabajadores se les proporcionará el equipo de seguridad especial y se les capacitará para el desarrollo seguro de sus acciones. En el área del proyecto no habrá almacenamiento de materiales peligrosos que pongan en riesgo la seguridad de los trabajadores y del equipo utilizado.*

### III.5 LEYES Y REGLAMENTOS

#### III.5.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

Esta ley fue expedida en el año 1988 y reformado sustancialmente en el 2018; tiene por objeto el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas, así como garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

A continuación, se analizan los artículos de la LGEEPA aplicables al proyecto.

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

**Fracción VII.** Cambio de Uso de Áreas Forestales, así como en selvas y zonas áridas.

**Artículo 30.** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

**Vinculación:** *De acuerdo a lo señalado en los artículos anteriores, el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, es el mecanismo que se debe aplicar de manera precautoria para identificar los posibles impactos ambientales que se pudieran generar por las actividades de preparación del sitio y por la operación del proyecto, por ello y en conformidad a lo establecido en dichos artículos, se cumple de manera evidente al presentar este Manifiesto de impacto ambiental denominado **Ampliación del Banco de Materiales Pétreos**, que requerirá a su vez del Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal, resulta ser*

regulada mediante esta ley. De manera que el proyecto se somete a evaluación por el desmonte de una superficie de **611,572.95 m<sup>2</sup>** del total del predio que abarca una superficie de **1,020,481.98 m<sup>2</sup>**. Para más detalles de la superficie del cambio de uso de suelo ver el **Anexo 08**. Ante esto se pretende dejar una zona de amortiguamiento en el sur del predio, además se presenta un Programa para el rescate y reubicación de especies forestales (**6A**). Es importante mencionar que actualmente el proyecto cuenta con una Licencia de Uso de Suelo expediente no. DDUOP- 0099/2023, con una resolución positiva por parte de la autoridad estatal en materia de impacto ambiental por la actividad de explotación del banco de materiales pétreos mismo que fue marcado con el no. de expediente 184/2015 y con una autorización del Análisis de Riesgo con no. oficio 50/JPC/2023 (Ver anexo 3).

**Artículo 35.-** Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

**Vinculación:** *El artículo en comento establece de manera general a la autoridad la forma en que deberá iniciar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, para lo cual la Secretaría prestará especial atención a que el proyecto se ajuste a lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) que le sean aplicables, además de lo que se especifique en los programas de desarrollo urbano (PDU's), los ordenamientos ecológicos del territorio (OET's), de existir y las declaratorias de áreas naturales protegidas (D-ANP's), así como sus programas de manejo y deja a salvo algunas otras disposiciones jurídicas, en materia ambiental, que resulten aplicables al proyecto.*

*Toda vez, que se ha satisfecho la parte de vinculación con las leyes, normas ambientales y ordenamientos jurídicos aplicables, posteriormente se analiza la parte de impactos al ambiente, o lo que comúnmente se denomina la parte técnica de la evaluación. De lo anterior, el proyecto da cumplimiento al presente artículo ante la presentación de la Manifestación de Impacto ambiental ante la autoridad de la SEMARNAT para su evaluación correspondiente.*

**Artículo 35 BIS 1.-** Las personas que presten servicios de impacto ambiental serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declaran bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.

**Vinculación:** *Al respecto se anexa a este estudio una carta bajo protesta de decir la verdad, así como la ejecución de mejores métodos y técnicas para la realización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, dando por cumplido el artículo anterior.*

- I.- La preservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;*
- II.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;*
- III.- El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.*

**Vinculación:** *Cabe mencionar que, durante los muestreos realizados, se obtuvo el registro de especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, mediante el Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de este estudio), se pretende preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestres existentes.*

**Artículo 83.-** El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

**Vinculación:** *El proyecto aprovechará materia prima localizada en un área con vegetación secundaria de selva mediana caducifolia provista de especies de fauna y flora endémica y en algún estatus de riesgo, por lo que el proyecto contempla como medida preventiva la ejecución de un programa de acción para la protección de fauna silvestre, así como el programa de rescate y reubicación de flora silvestre por el Cambio de Uso de Suelo.*

**Artículo 98.** Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

- I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;
- IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de

las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;

- VI.** La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

**Vinculación:** *El proyecto en comento es compatible con la vocación natural del suelo, actualmente cuenta con su respectiva licencia de uso de suelo (Ver anexo 3, **licencia de uso de suelo con expediente no. expediente no. DDUOP- 0099/2023**), así como con los usos compatibles y actuales establecidos en los Ordenamientos Territoriales analizados en este estudio, cumpliendo con los criterios de las UGA correspondiente.*

*El proyecto asignará un área de amortiguamiento que mantendrán el suelo natural y la vegetación nativa; mismas que seguirán proporcionando una serie de funciones ecológicas importantes y continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región, tales como la protección, formación y regulación de los nutrientes del suelo, infiltración de agua en calidad y cantidad, entre otros.*

**Artículo 110.** Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

- II.-** Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

**Vinculación:** *Los niveles de emisión de los equipos que se emplearán durante la preparación del sitio y operación serán verificados conforme a la disposición estatal, promoviendo el mantenimiento adecuado de estos. Para las distintas actividades ligadas al proyecto, se establecerán medidas de mitigación que serán empleadas desde el inicio de obra, logrando con ello disminuir los impactos ocasionados al medio ambiente.*

**Artículo 113.** No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.

**Vinculación:** *Durante las diferentes etapas del proyecto, se utilizarán vehículos automotores, así como maquinaria pesada como volquetes para el transporte de material pétreo. Cabe mencionar que, entre las medidas de mitigación, se establece la contratación de aquellas empresas que demuestre que la maquinaria se encuentra en buen estado y con mantenimientos recientes, para evitar que las emisiones 'sobrepasen los límites máximos permisibles de acuerdo a la normatividad aplicable.*

**Artículo 117.** Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;

IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.

**Vinculación:** *El proyecto contempla durante las actividades de preparación del sitio y de operación la colocación de baños portátiles en diversos puntos del predio para dar servicio a los trabajadores; mismos a los que se les brindará mantenimiento por la empresa que arrendadora por lo que no se realizarán afectaciones directas al agua subterránea.*

**Artículo 134.-** Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes

**Análisis:** *Los residuos generados serán depositados en contenedores y posteriormente serán enviados al sitio de disposición final autorizado más cercano fuera de esta área.*

**Artículo 136.-** Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

I.- La contaminación del suelo;

II.- Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;

III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y

IV.- Riesgos y problemas de salud.

**Vinculación:** *De los residuos generados en cualquier fase se tendrá especial cuidado con los peligrosos. Se hace referencia de que no se llevará a cabo la disposición final de residuos dentro del sitio del proyecto, únicamente cubrirá la función de almacenarlos en un área específica y posteriormente serán enviados a un sitio de disposición final autorizado.*

**Artículo 151.-** 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.

**Vinculación:** *Se verificará que toda la maquinaria utilizada se encuentre en condiciones óptimas para su manejo, sin fugas o derrames de aceite. Sin embargo, si llegara a haber*

*presencia de estos residuos peligrosos, se recolectará, almacenará en tambos marcados y posteriormente se dispondrán con empresas autorizadas.*

**Artículo 152 BIS.** Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

**Vinculación:** *No se pretende la generación de residuos peligrosos durante las etapas del proyecto, sin embargo, se tendrá especial cuidado con las maquinarias y vehículos que utilicen sustancias peligrosas. En caso de generarse residuos peligrosos, se dispondrán temporalmente en contenedores destinados para tal fin hasta que una empresa especializada y autorizada los retire del área del proyecto*

### **III.5.2. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.**

**Artículo 7. Para los efectos de esta ley, se entenderá por:**

**Fracción. LXXX.** Vegetación forestal: 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;

**Artículo 69.** Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

- I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;**
- II. Aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales;
- III. Establecimiento de plantaciones forestales comerciales en superficies mayores de 800 hectáreas, excepto aquéllas en terrenos forestales temporales, y
- IV. Colecta y usos con fines comerciales o de investigación de los recursos genéticos.

Las autorizaciones a las que se refieren las fracciones I, II y III de este artículo podrán ser realizadas por las autoridades competentes de las Entidades Federativas, en los términos de los mecanismos de coordinación previstos en la presente Ley.

**Artículo 93.** La Secretaría autorizará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el

Reglamento, que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

**Artículo 98.** Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

**Vinculación:** *El proyecto les da cabal cumplimiento a estos artículos mediante la presentación de un Estudio Técnico Justificativo, para obtener la autorización por el cambio de uso de uso en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo. Es importante mencionar que en el estudio técnico justificativo se demuestra que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación y que los usos alternativos del uso del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.*

*Por otra parte, una vez emitido el oficio por la SEMARNAT para realizar el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, el promovente deberá realizar dicho depósito de los montos fijados en los tiempos establecidos, dando cabal cumplimiento de la normatividad legal aplicable vigente para lograr la autorización del CUSTF solicitado.*

### III.5.3. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

**Artículo 18.** 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.

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

**Vinculación:** *En los procedimientos de manejo de residuos que se implementarán para el proyecto (anexo 5) se incluye la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos.*

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

**Artículo 45.** Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

**Artículo 54.** 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.

**Vinculación:** *En los procedimientos de manejo de residuos que se muestran en el anexo 5 se indican que se implementará para el proyecto la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos.*

*Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos peligrosos, particularmente restos de aceite y filtros de aceite y residuos de pintura, así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias; se implementará un almacén temporal para resguardo y manejo adecuado de éstos por empresas autorizadas. Además, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos.*

*Durante la etapa operativa, se contará con dispositivos para su acopio temporal, y se dispondrán en un sitio autorizado para su confinamiento archivando los documentos probatorios resultantes.*

#### **III.5.4. LEY DE AGUAS NACIONALES**

Esta Ley se encarga de reglamentar el control de la extracción así como la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales del subsuelo, inclusive las que hayan sido libremente alumbradas y las superficiales, por lo anterior se deberá atender la presente Ley, en particular los siguientes artículos regulatorios:

**Artículo 16.** La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.

**Artículo 20.** De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

**Artículo 21.** Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se solicitará el permiso de descarga de aguas residuales y el permiso para la realización de las obras que se requieran para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas y el tratamiento y descarga de las aguas residuales respectivas.

**Artículo 25.** Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos.

**Vinculación:** *El proyecto no requiere de concesiones o permisos para el aprovechamiento, uso o explotación de aguas nacionales dado que es un banco de materiales que se explotará en seco y que no aprovechará dichos recursos ni extraerá bajo freático. En cuanto al agua a utilizar para actividades de la obra (riego de caminos para evitar partículas suspendidas), ésta se solicitará a través de una empresa particular, trasladando el recurso al sitio mediante pipas.*

*Por otra parte, en caso de requerir de sanitarios para uso de los trabajadores, se emplearán letrinas portátiles, mismas que serán solicitadas a empresas particulares. Las aguas sanitarias generadas, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa que presta dichos servicios (arrendadora), por lo que no se realizarán afectaciones al agua subterránea.*

### **III.5.5. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE**

**ARTICULO 4.** Establece que es deber de todos los habitantes del país cuidar y preservar la fauna silvestre.

**ARTÍCULO 18.** Los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la fauna silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat...

**ARTICULO 30.** Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre.

**ARTICULO 106.** Toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente ley o en la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, estará obligado a repararlos en los términos del código civil para el distrito federal en materia del fuero común y para toda la república en materia del fuero común federal, así como en lo particularmente previsto en la presente ley y el reglamento.

**Vinculación:** *El proyecto fragmentará la flora y la fauna del proyecto, y aunque no considera el aprovechamiento de especies, las afectaciones hacia ellas deberán ser minimizadas o compensadas. De manera que se contempla la permanencia de áreas de amortiguamiento, además durante las actividades del proyecto se contará con la supervisión ambiental por personal capacitado que evite la afectación de áreas no autorizadas, además se contempla que el desmonte sea gradual para permitir la dispersión de la fauna, por lo que las actividades de explotación del banco se realizarán por etapas.*

Además, se presentan dos Programas, uno para la protección de la fauna silvestre (Anexo 6A) y el otro para la protección de la flora silvestre (Anexo 6B). Dichas medidas pretenden preservar la biodiversidad y las formas de vida de las especies silvestres de la región.

### **III.5.6. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

**CAPITULO II.** De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental.

**Artículo 5.** Quienes pretendan llevar a cabo alguno 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 de 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;

**Vinculación:** *Se presenta el actual documento (MIA- Particular) para obtener la autorización de la secretaria en materia de Impacto Ambiental, ya que el proyecto requiere del cambio*

*de uso de suelo en terrenos forestales para el aprovechamiento de material pétreo, por otra parte, es importante mencionar que el proyecto cuenta actualmente con una resolución positiva por parte de la autoridad estatal en materia de impacto ambiental por la actividad de explotación del banco de materiales pétreos con no. de expediente 184/2015. Así mismo cuenta con una autorización del análisis de riesgo con **no. oficio 50/JPC/2023** y con una licencia de uso de suelo con expediente no. DDUOP- 0099/2023 (más detalles en anexo 3).*

**CAPÍTULO III.** Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental.

**Artículo 9.-** Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

**Artículo 10.** Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

- 1.- Regional o
- 2.- Particular

**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.

**Artículo 17.** El promovente deberá presentar a la secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

- I.- La manifestación de impacto ambiental.
- II.- Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete.
- III.- Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

**Artículo 19.** La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro impresos de su contenido.

**Vinculación:** *El proyecto se somete a evaluación a través de la Manifestación de Impacto Ambiental para la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Materia de Impacto Ambiental, en virtud de que se incluye en el inciso O referente a el **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.***

### III.5.7. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.

**Artículo 35.** Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;  
II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el Art. 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y  
b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad,

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 desechado.

**Artículo 39.** Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

**Artículo 40.** La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

**Artículo 42.** Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

**Artículo 82.** Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones de este Art., además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular.

**Artículo 129.** Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlos en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.

**Vinculación:** *Durante la operación de maquinaria, en el caso de algún derrame o accidente, los suelos impregnados con residuos peligrosos serán considerados como tal, se retirarán del sitio y recibirán el mismo manejo. Para cumplir con lo anteriormente señalado se deben manejar los residuos peligrosos generados en el área del proyecto en tambores metálicos y de manera separada, y posteriormente se deberán enviar a disposición final. Los servicios de transporte y disposición final deberán contemplarse mediante empresas autorizadas.*

### **III.5.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE**

**Artículo 121.** Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 69 de la Ley (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 05 de junio de 2018), deberán contener la información siguiente:

- I. Usos que se pretendan dar al terreno;
- II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georeferenciados;
- III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;
- IV. Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;
- V. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;
- VI. Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo;
- VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;
- VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;
- IX. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;
- X. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;

- XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;
- XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;
- XIII. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;
- XIV. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y
- XV. En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.

**Artículo 122.** La Secretaría resolverá las solicitudes de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, conforme a lo siguiente:

- I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que complete la información faltante, la cual deberá presentarse dentro del término de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;
- II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;
- III. La Secretaría enviará copia del expediente integrado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción;
- IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría 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, y
- V. Realizada la visita técnica, la Secretaría resolverá lo conducente dentro de los quince días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría resuelva la solicitud, se entenderá que la misma es en sentido negativo.

**Artículo 123.** La Secretaría otorgará la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley.....

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.

**Artículo 126.** La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá

acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento. La Secretaría asignará el código de identificación y lo informará al particular en el mismo oficio de autorización de cambio de uso del suelo.

**Vinculación:** *Es por eso que además del presente manifiesto de impacto ambiental en su modalidad particular, se presentará un Estudio técnico justificativo por el cambio de uso de uso en terrenos forestales, dando cumplimiento a lo mencionado en los artículos anteriores.*

### **III.5.9. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES**

**Artículo 134.-** Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

**ARTÍCULO 151.** Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores, basura, materiales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos.

**Vinculación:** *Durante las dif se emplearán letrinas móviles para los trabajadores, de acuerdo al avance del proyecto. Las aguas sanitarias generadas de esta forma, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al agua subterránea. Además, se implementará una supervisión para evitar la contaminación del manto freático con residuos de cualquier tipo y descargas de aguas residuales de los sanitarios portátiles.*

**Artículo 151.-** Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores, basura, materiales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos.

**Vinculación:** *No se disponen residuos en cuerpos de agua. Cabe recalcar que se colocarán contenedores dentro del predio para la disposición de los residuos, los cuales son recolectados o llevados al sitio de disposición final autorizados.*

### **III.5.10. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA EN PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA**

**Artículo 13.** Para protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

**I.-** La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país.

**II.-** Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

**Artículo 16.** Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

**Artículo 28.** Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

**Vinculación:** *En la etapa de preparación del sitio y operación se considera inevitable la generación de polvos y en menor escala las emisiones derivadas del funcionamiento de vehículos y maquinaria a utilizar, por lo que se promueve el riego periódico de la superficie de rodamiento.*

**Artículo 32.** Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

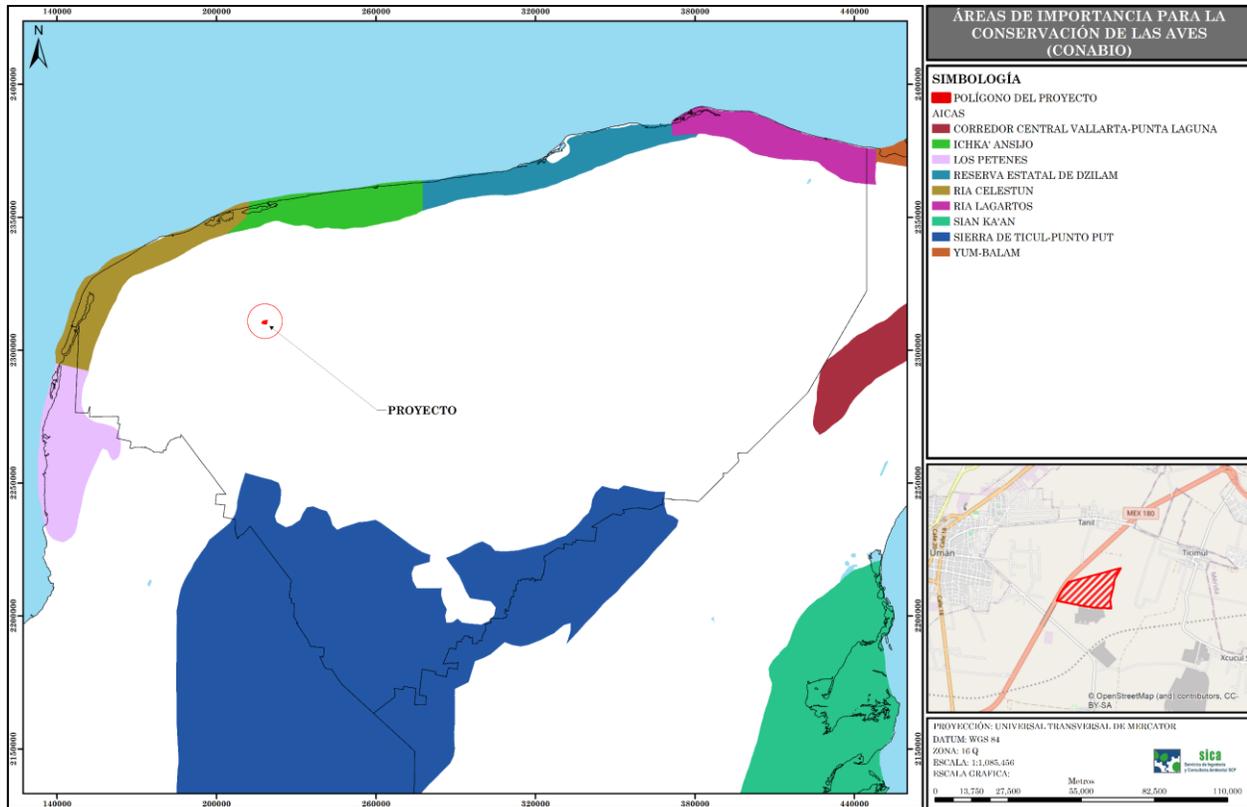
**Vinculación:** *Al emplearse maquinaria pesada los niveles de ruido en ciertas áreas podrían rebasarse conforme a la norma; por lo que todo el personal de la empresa que efectuó los trabajos de campo deberá contar con equipo de protección auditiva y observar las disposiciones de seguridad.*

## **III.6 DECRETOS, REGIONES PRIORITARIAS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

### **III.6.1. ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS).**

Estas áreas son congruentes con la delimitación biogeográfica presente en todo el país, en la que se representan unidades básicas de clasificación, constituidas por áreas que albergan

grupos de especies con un origen común y patrones similares de fisiografía, clima, suelo y fisonomía de la vegetación. En la siguiente figura se puede observar el área de estudio con respecto a la distribución de las AICAS:



**Figura III.4.** Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves.

**Vinculación:** Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se encuentra fuera de algún área de importancia para la conservación de las aves. No obstante, como se puede apreciar en el capítulo 2, el proyecto considera áreas de amortiguamiento que favorecerán la disposición de áreas de percheo y anidación. Con base en lo anterior se puede indicar que el presente proyecto es congruente con el ambiente.

### III.6.2. REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA (RTP)

Las RTP, corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza eco sistémica y específica, y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país; así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. A continuación se presenta un análisis de la ubicación del proyecto con respecto a las regiones terrestres prioritarias.

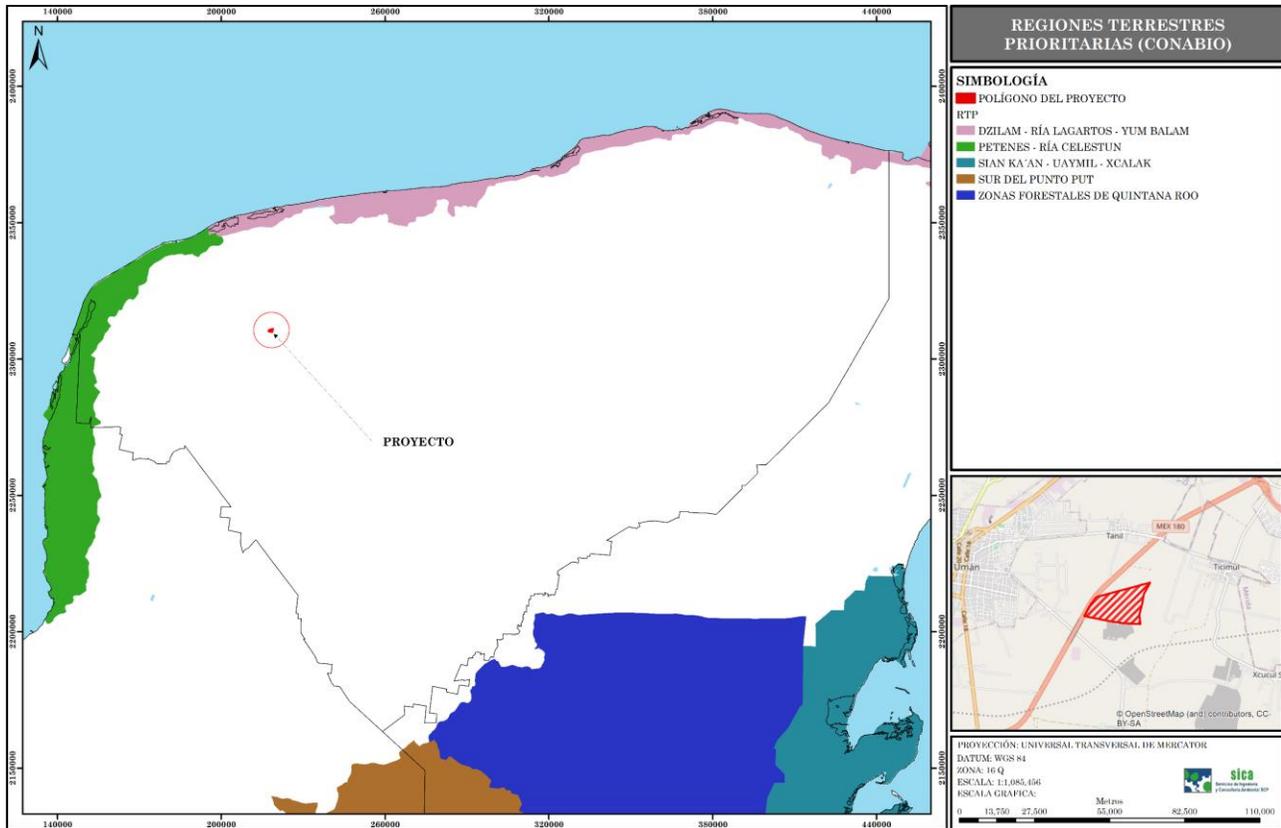


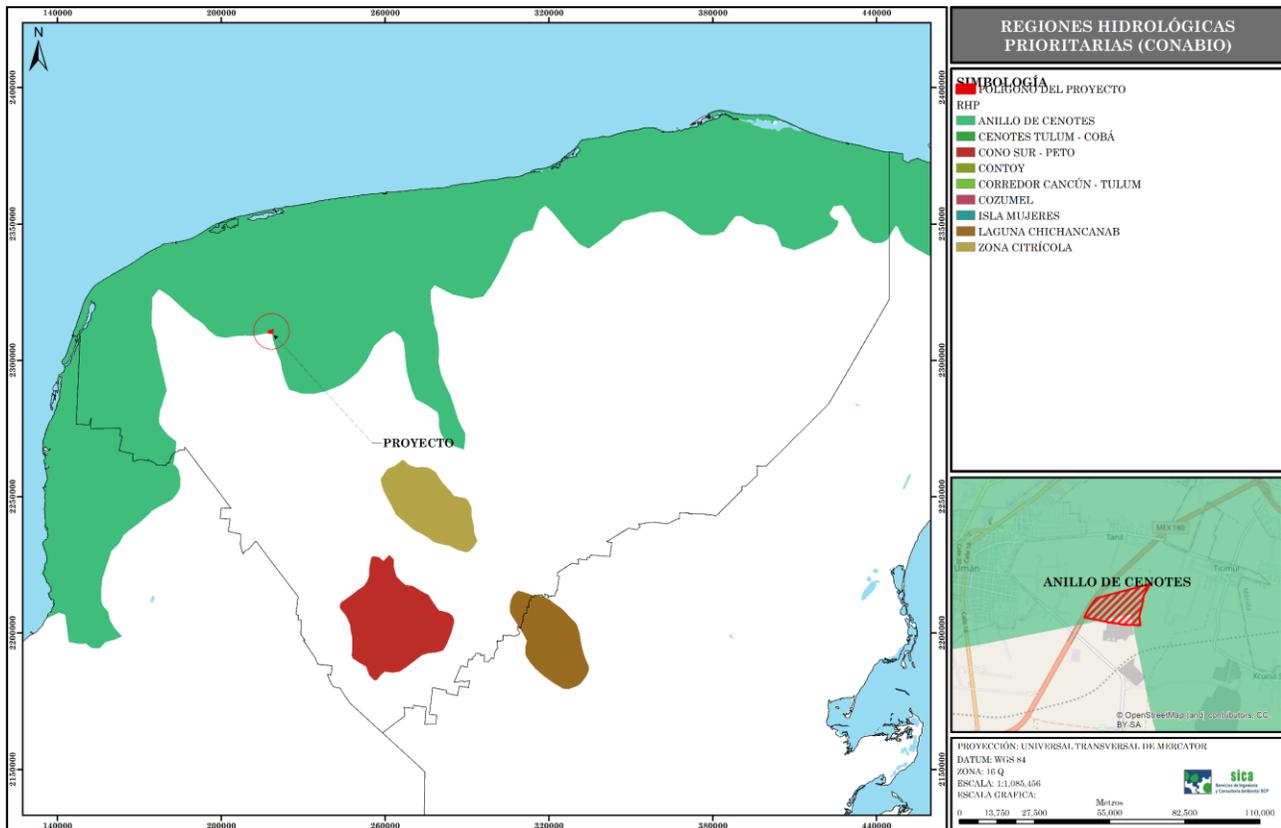
Figura III. 5. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

**Vinculación.** Como se observa en la figura anterior, el proyecto se encuentra inmerso fuera de alguna RTP. No obstante, antes de la remoción de la vegetación se llevará a cabo un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF usando técnicas de reforestación y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio). Con todo lo anterior, se puede indicar que el presente proyecto contempla la protección y conservación de la flora, fauna silvestre y formas de vida de la región, y por ende de los servicios ambientales que prestan en la zona. De igual manera, como parte del proyecto se mantendrá una superficie de terreno denominada como áreas de amortiguamiento (terreno con suelo natural y vegetación nativa) que contribuirán a la conectividad del predio con otras áreas colindantes. En suma, se puede indicar que el presente proyecto es totalmente congruente y viable ambientalmente.

### III.6.3. REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA (RHP)

Las RHP se refieren a la parte alta, media o baja de una cuenca o subcuenca o de un cuerpo de agua individual, significativa por sus recursos hídricos y biológicos, los cuales son factibles de ser conservados y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos resultado de las actividades de uso y explotación de los mismos por parte de los sectores público o privado,

tal como se señala en la siguiente figura del proyecto en cuestión que se encuentra inmerso en la Región Hidrológica Anillo de Cenotes.



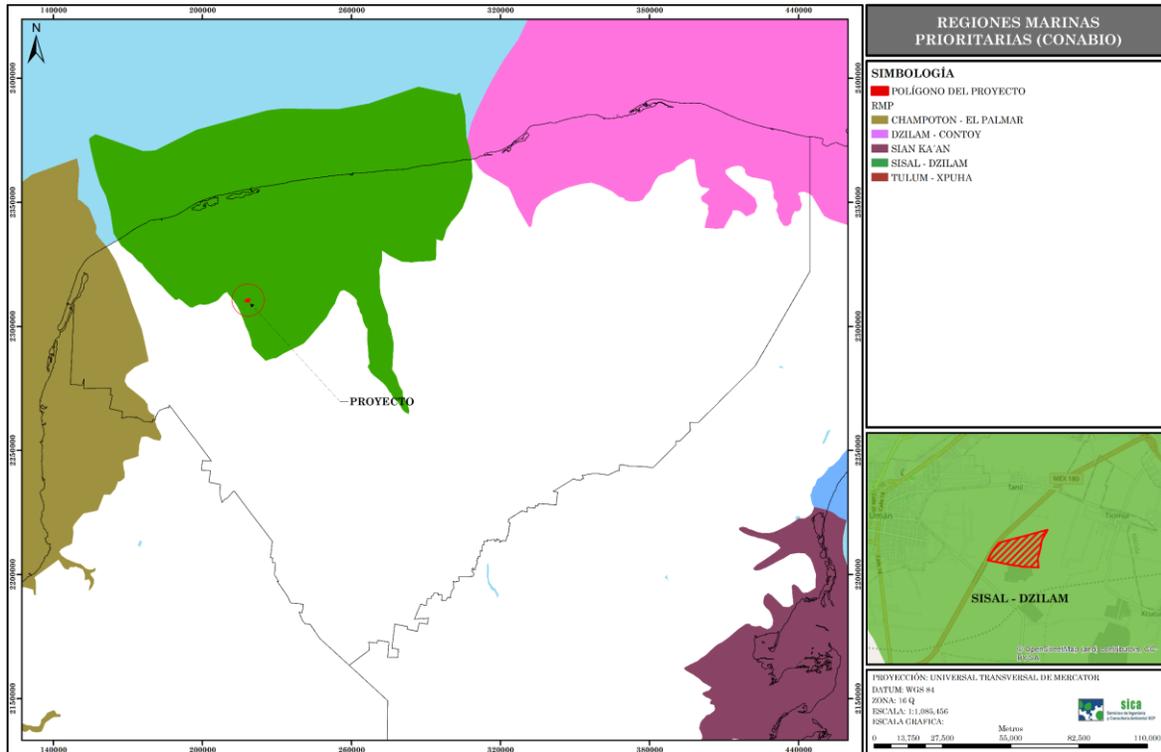
**Figura III. 6.** Ubicación del proyecto en relación a las Regiones hidrológicas prioritarias.

**Vinculación:** El predio bajo estudio se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 102. ANILLO DE CENOTES, que abarca una superficie de 16,214.82 m<sup>2</sup> (Latitud 21°37'48" - 19°48'36" N-Longitud 90°29'24" - 87°15'36" W. Esta región posee un el clima seco muy cálido, semiseco semicálido y cálido subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 400-1100 mm. Vientos Alisios del SE. Frecuente ocurrencia de huracanes entre junio y diciembre.

A pesar de que el predio se encuentra inmerso en esta región donde abundan los cenotes, en el área y en sus colindancias inmediatas, no se encontró ningún cuerpo de agua natural que pudiera afectarse por la implementación de las obras de este proyecto. Sin embargo, se tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales de origen sanitario; para la etapa de preparación de sitio y operación, se emplearán sanitarios portátiles en los frentes de trabajo que serán de uso obligatorio. Con base a lo anterior es importante mencionar que el proyecto no alterará, ni modificará ninguna de las características de las Regiones Hidrológicas Prioritarias declaradas en el estado de Yucatán.

### III.6.4. REGIÓN MARINA PRIORITARIA (RMP)

Estas regiones se crearon 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.).



**Figura III. 7.** Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Marinas Prioritarias.

Como se puede observar en la figura anterior el proyecto se encuentra en la **RMP 61. Sisal-Dzilam**, la cual tiene un clima cálido subhúmedo a semiárido con lluvias en verano. Alta precipitación y evaporación. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren huracanes, nortes, tiene zona costera con dunas, petenes. Aspectos económicos: potencial turístico creciente. Zona de pesca intensa organizada en sindicatos, cooperativas y libres, con explotación de crustáceos (*Farfantepenaeus duorarum*, *F. setiferus*, *Menippe mercenaria*) y peces (sierra, pargo, huachinango, robalo, mero, cherna, cobia). Hay explotación petrolera, agrícola y de recursos minerales.

**Vinculación:** A pesar de que el proyecto se encuentra dentro de la RMP antes señalada no la afectará, ya que el predio no se localiza en un área costera, ni afectará algún ecosistema costero. Por lo que se puede indicar que el proyecto en sí, no afectará a los organismos protegidos y contemplados dentro de esta región. En cuanto a la vegetación que fue reportada se contemplan acciones de rescate y reubicación.

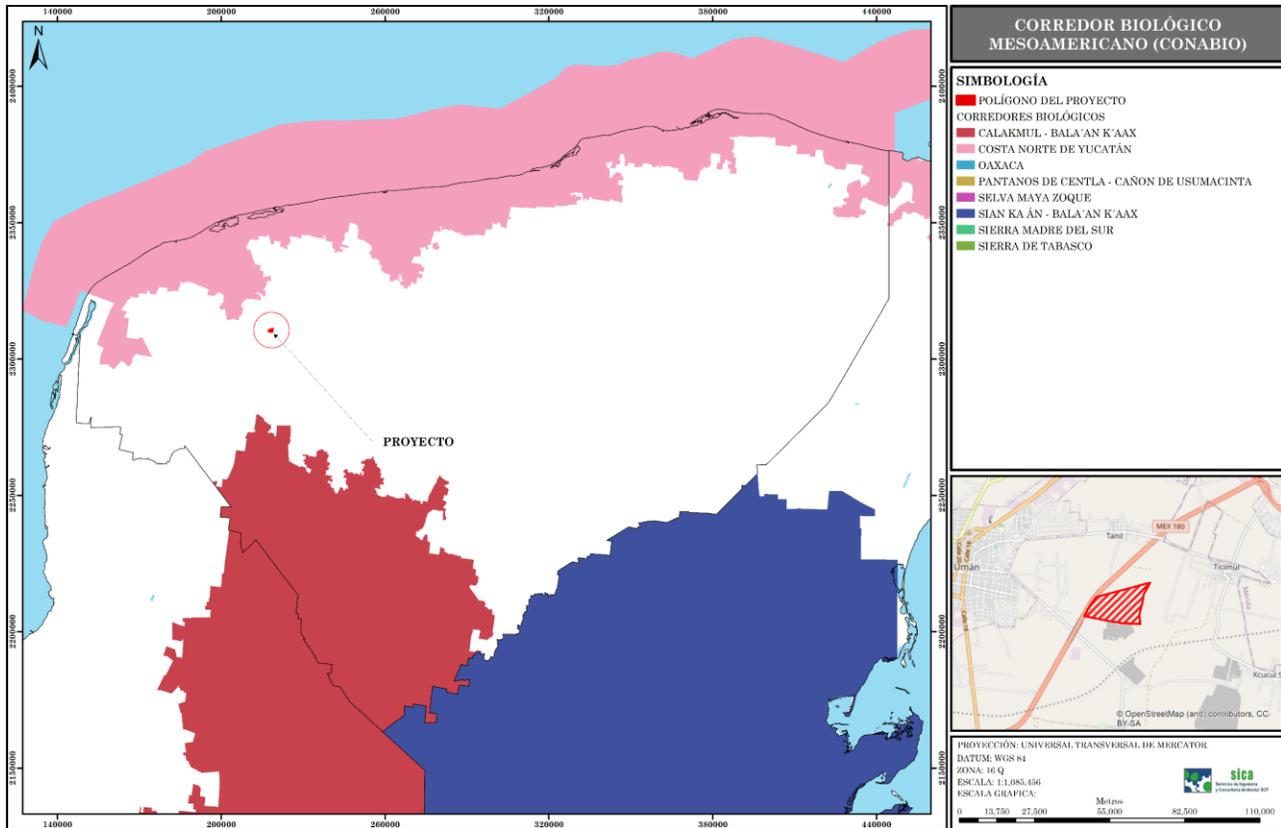
*Cabe recalcar que el proyecto tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales mediante el uso obligatorio de sanitarios portátiles (en las etapas de CUSTF y operación de la obra). Adicionalmente se aplicarán procedimientos para el buen manejo y disposición de residuos que se generen en los frentes de trabajo. Por todo lo anterior, se puede indicar que el desarrollo del presente proyecto es totalmente congruente con el ambiente.*

### **III.6.5. CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO (CBM)**

El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) procura la unión de los ecosistemas de Norteamérica con los de Sudamérica a través del Istmo Centroamericano, uniendo ecosistemas naturales y poco alterados, así como, áreas con uso sustentable de los recursos naturales. El Corredor involucra a México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, y Panamá, y tiene su sede en la ciudad de Managua, Nicaragua.

En México, el proyecto contempla 5 corredores biológicos entre los que figuran: Selva Maya Zoque (Norte de Chiapas), Sierra Madre del Sur (Sur de Chiapas), Calakmul – Bala'an K'aax (Campeche), Sian Ka'an - Bala'an K'aax (Quintana Roo) y Costa Norte de Yucatán (Yucatán).

El objetivo del CBM en México es fortalecer las capacidades locales en el uso sustentable de los recursos naturales y promover la conservación de los mismos para que las futuras generaciones puedan aprovecharlos. También, el objetivo del proyecto es servir como instrumento para que los recursos del gobierno apoyen a las comunidades y a la conservación de la biodiversidad.



**Figura III. 8.** Ubicación del proyecto en relación al Corredor Biológico Mesoamericano.

**Vinculación.** El proyecto es totalmente congruente con los objetivos del CBM México, con respecto al uso sustentable de los recursos, promoviendo su conservación para las generaciones futuras. Debido a que busca la sustentabilidad al realizar una conversión productiva de un área de vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia a un proyecto de desarrollo urbano, el cual traerá fuentes de empleo temporales y permanentes para los habitantes cercanos y por ende, mejora en la calidad de vida de los pobladores y de la región.

Por otro lado, el proyecto promueve la conservación de los ecosistemas a afectar a través del mantenimiento de áreas de amortiguamiento con vegetación, suelo y paisaje natural, permitiendo la continuidad de la prestación de servicios ambientales tales como la captación de agua en calidad y cantidad, protección y formación de suelos, recuperación de la vegetación forestal y la conectividad para la fauna silvestre típica de la región. Una vez expuesto lo anterior, es importante concluir que el proyecto es totalmente congruente con los objetivos del CBM México, siendo totalmente viable.

En resumen, se presenta la siguiente tabla de cumplimiento:

**Tabla III.9.** Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP, RHP y Corredor Biológico Mesoamericano.

| REGIONES  | AFECTA O ESTÁ DENTRO  | CUMPLIMIENTO     |
|---|---|------------------|
| Áreas Naturales Protegidas (ANP's)                            | No está dentro de algún área protegida  | <b>SI CUMPLE</b> |
| Regiones Terrestres Prioritarias                              | No está dentro de alguna región terrestre prioritaria.  | <b>SI CUMPLE</b> |
| Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS) | No está dentro de algún área de importancia para la conservación de las aves (AICAS).                                     | <b>SI CUMPLE</b> |
| Regiones Marinas Prioritarias                                 | Se encuentra inmerso dentro del RMP 61, Sisal - Dzilam; pero cuenta con actividades para reducir los impactos posibles.   | <b>SI CUMPLE</b> |
| Región Hidrológica Prioritaria                                | Se encuentra inmerso dentro del RHP 102. Anillo de Cenotes que cuenta con actividades para reducir los impactos posibles. | <b>SI CUMPLE</b> |
| Corredor Biológico Mesoamericano                              | No se encuentra inmerso dentro de algún corredor biológico.   | <b>SI CUMPLE</b> |

### III.7 OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS

A continuación, se presenta la vinculación con otros instrumentos:

#### III.7.1. LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

##### Capítulo V. DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

**Artículo 31.** El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia federal, será evaluado por la Secretaría y sujeto a la autorización de ésta, con la participación de los municipios respectivos, en los términos de esta Ley y su Reglamento cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos.

Las personas físicas o morales, que pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables en la materia, previo a su inicio, deberán obtener la autorización del Poder Ejecutivo, por conducto de la Secretaría, en los términos de esta Ley y su cumplir con los requisitos que se les impongan.

(REFORMADO, D.O. 04 DE ENERO DE 2021). El procedimiento de evaluación del impacto ambiental se inicia con la presentación del Informe Preventivo, Manifestación de Impacto Ambiental o Estudio de Riesgo, así como de los documentos que se soliciten, dependiendo de la obra o actividad que se pretenda realizar, y concluye con la resolución que la Secretaría emita, la cual, en caso de autorizarse, estará sujeta al cumplimiento de las condiciones establecidas en ella y que serán supervisadas por las autoridades correspondientes. Esta información permitirá verificar mediante su análisis si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental en cualesquiera de sus modalidades.

**Artículo 32.** Requieren de la autorización establecida en el artículo anterior, las personas físicas o morales que pretendan realizar las siguientes obras o actividades:

**II.- La explotación, extracción, transformación y tratamiento de minerales o sustancias no reservadas a la Federación y que no se encuentren señaladas en la Ley Minera;**

**Vinculación:** *La actividad propuesta para llevar a cabo el proyecto consiste en la extracción y aprovechamiento de material pétreo en estrato seco, el cual es una sustancia no reservada a la Federación, por lo que la Autoridad Estatal (Secretaría de Desarrollo Sustentable) es la encargada de evaluar las actividades del presente banco de materiales. Sin embargo, debido a que el proyecto **requerirá del cambio de uso de suelo de terreno forestal** para la operación del banco de materiales pétreos, este además requiere de un estudio de Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular con sus respectivos anexos para someter a evaluación, motivo del presente estudio.*

**Artículo 57.** Quienes realicen obras o actividades que contaminen o degraden los suelos o desarrollen actividades relacionadas con la exploración, explotación, extracción o aprovechamiento de materiales o sustancias no reservadas a la Federación están obligados a:

- I. Fomentar prácticas y aplicar tecnologías que mitiguen o eviten los impactos ambientales negativos.
- II. Implementar programas de restauración, reapertura, o remediación de las áreas utilizadas, o en su caso, de compensación del daño, de conformidad con el programa de abandono o al final de la vida útil del banco o cantera.
- III. Salvaguardar los bancos y canteras mediante obras de contención, protección y estabilización de taludes que resulten.
- IV. Obtener la autorización que al efecto emita la Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, si realizan explotación superficial, subacuática o subterránea.

**Vinculación.** El proyecto además de solicitar la autorización al respecto ante la Secretaría de Desarrollo Sustentable, deberá presentar el manifiesto de impacto ambiental por el cambio de uso de suelo del terreno forestal, motivo del presente estudio.

Es importante señalar que se mantendrá una extensión del 40% con respecto al área total del proyecto como área de amortiguamiento. Con lo cual se mitigarán los impactos ambientales negativos provocados por el desarrollo del proyecto.

En el capítulo correspondiente a las medidas de prevención y mitigación se presentarán las acciones enfocadas a mitigar los posibles impactos generados por el desarrollo del proyecto, aunado a esto se presenta un Programa de Vigilancia Ambiental en el cual se presenta la sistemática que deberá acatarse en las distintas etapas del proyecto para cumplir con las medidas presentadas. Por otra parte, en los anexos se encuentra un Procedimiento de desmonte direccionado, para las áreas donde se requiera, el cual tiene como finalidad establecer los lineamientos necesarios para la ejecución del desmonte y despalme durante la preparación del sitio para la operación del proyecto con el objetivo de minimizar el riesgo ambiental que representa esta actividad.

**Artículo 58.** Para la exploración, explotación y/o aprovechamiento a que se refieren los artículos que anteceden, se requiere obtener, previo a su inicio, el permiso que expida el municipio de cuya circunscripción se trate, y la autorización de la Secretaría, en materia de impacto ambiental.

**Artículo 59.** La Secretaría solicitará a los responsables de la exploración, explotación y/o aprovechamiento de recursos minerales y/o sustancias no reservadas a la Federación, la presentación de un Programa de restauración que deberá contener las medidas necesarias para restablecer el área utilizada, de conformidad con lo establecido en esta Ley.

**Vinculación.** Se cumplirán con todas y cada una de las especificaciones señaladas y mencionadas en la legislación ambiental aplicable a la naturaleza del proyecto. Es intención del promovente realizar el uso sustentable de los recursos pétreos con el menor daño ambiental posible. Se aplicarán las medidas preventivas y de mitigación más adecuadas para el tipo de proyecto, adicionalmente se ejecutará un Programa de Restauración.

**Artículo 63.** En el aprovechamiento de los minerales o sustancias no reservadas a la Federación, la Secretaría vigilará que:

- I. El aprovechamiento sea adecuado a las características del ambiente local;
- II. Se eviten daños o afectaciones al bienestar de las personas;
- III. Se considere la protección de los suelos, la flora y fauna silvestres;
- IV. Se eviten graves alteraciones topográficas;
- V. Se evite la contaminación de las aguas;
- VI. Se consideren los límites urbanos;
- VII. Se observen las declaratorias de uso del suelo, y
- VIII. Se observe que sean compatibles con los programas de ordenamientos ecológicos territorial en el Estado.

**Vinculación.** *Se acatará adecuadamente cada una de las disposiciones establecidas en el presente artículo, adicionalmente el proyecto presenta una serie de medidas de mitigación y compensación. De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán se ubica en al **UGA 1.2 A. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal** y **1.2 N Área Metropolitana** en las cuales la actividad de extracción de materiales pétreos se encuentra dentro de sus **usos condicionados**.*

**Artículo 95.** Las emisiones contaminantes a la atmosfera tales como, humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía lumínica, no deberán rebasar los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales vigentes, en las normas técnicas ambientales que se expidan y en las demás disposiciones locales aplicables en el estado de Yucatán.

Los propietarios de fuentes fijas y móviles que generen cualquiera de estos contaminantes, están obligados a instalar mecanismos para la recuperación y disminución de las emisiones contaminantes.

**Artículo 102.** No se permitirá la circulación de vehículos automotores que emitan gases, humos o polvos, cuyos niveles de emisión de contaminantes a la atmosfera rebasen los máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas y en las normas técnicas ambientales vigentes en el estado.

**Artículo 105.** Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad, tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, con la periodicidad y con las condiciones que el poder ejecutivo establezca. De igual forma será obligatorio el uso del silenciador y demás aditamentos necesarios para evitar contaminación al ambiente, en los términos que establezca el reglamento de esta ley. Los propietarios o poseedores que se presenten a verificar fuera de los plazos señalados en el programa correspondiente, serán sancionados en los términos de esta ley.

Si los vehículos en circulación rebasan los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes fijados por las normas correspondientes, después de haber realizado la verificación dos veces sin haberla aprobado, se le solicitara a la autoridad competente que no permita la circulación de dichos vehículos, hasta que acrediten haber dado cumplimiento a las citadas normas. La omisión de dicha verificación o la falta de cumplimiento de las medidas que para el control de las emisiones se establezcan, será objeto de sanción en los términos establecidos en esta ley y su reglamento.

La omisión de dicha verificación o la falta de cumplimiento de las medidas que para el control de las emisiones se establezcan, será objeto de sanción en los términos establecidos en esta ley y su reglamento.

**Vinculación:** *Se promoverá la verificación de los vehículos que se empleen para el control de las emisiones generadas, de igual manera se efectuará periódicamente mantenimiento a los sistemas de la unidad. Se contará con una bitácora de supervisión para el control de dicho punto. En el programa de manejo de residuos que se implementará para el proyecto se incluye la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos. Los residuos sólidos serán controlados, clasificados y manejados adecuadamente.*

**Artículo 107.** Queda prohibida la quema a cielo abierto de cualquier tipo de residuos con excepción de los siguientes casos:

- I. Para acciones de adiestramiento y capacitación de personal encargado del combate de incendios, y
- II. Cuando con esta medida se evite un riesgo mayor a la comunidad o los elementos naturales y medie recomendación de alguna autoridad de atención a emergencias.

Las quemas agropecuarias y forestales deberán sujetarse a las disposiciones legales de la materia.

**Vinculación:** *El proyecto en comento no pretende la realización de quemas a cielo abierto.*

**Artículo 111.** La generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación, conlleva la responsabilidad de su tratamiento previo a su uso, reúso o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normatividad aplicable.

**Vinculación:** *Durante la etapa de preparación del sitio y operación se utilizarán sanitarios portátiles, la empresa contratada será la responsable del mantenimiento y la disposición de las aguas residuales.*

### **III.7.2. REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN**

**Artículo 9.** Las autoridades o los particulares que realicen obra o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, deberá consultar y vincularse con los Programas de Ordenamiento Ecológico vigentes en el Territorio del Estado antes de realizar cualquier acción, para determinar si la vocación del suelo es compatible con la obra o actividad propuesta; para ello deberá solicitar a la Secretaria que emita su opinión sobre la compatibilidad de proyecto, mediante un dictamen de factibilidad urbana ambiental, previa presentación de la información que se indica en el artículo 28 de este reglamento.

**Vinculación.** En el presente capítulo se realiza la vinculación del proyecto con los programas de ordenamiento ecológico del estado para demostrar la compatibilidad del proyecto con la vocación del suelo, mismo que demuestra ser factible. Así mismo se cuenta con una licencia de uso de suelo autorizada por el municipio con **no. DDUOP- 0099/2023** (anexo 3).

**Artículo 32.** Las personas físicas o morales que pretendan realizar una o más de las obras o actividades referidas en los artículos 31 y 32 de la Ley, previo dictamen de factibilidad urbano ambiental emitido por la Secretaría, deberán iniciar el procedimiento condicionado en dicha factibilidad.

**Artículo 35.** Para los efectos de la autorización a que se refiere el artículo 31 de la Ley, son obras o actividades que deberán sujetarse necesariamente al procedimiento de evaluación la manifestación de impacto ambiental o, en su caso, el estudio de riesgo las siguientes.

**IX. Extracción, explotación, transformación y tratamiento de minerales o sustancias no reservadas a la Federación.**

**Vinculación.** La actividad propuesta consiste en la extracción y aprovechamiento de material pétreo en estrato seco, el cual es una sustancia no reservada a la Federación, por lo que la Autoridad Estatal (Secretaría de Desarrollo Sustentable) es la encargada de evaluar las actividades del presente banco de materiales, mismos que se encuentran en trámite con la SDS. Asimismo, debido a que el proyecto **requerirá del cambio de uso de suelo de terreno forestal** para la operación del banco de materiales pétreos, este además requiere de un estudio de Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular con sus respectivos anexos para someter a evaluación, motivo del presente estudio.

**Artículo 40.** Las modalidades de las Manifestaciones de Impacto Ambiental podrán presentarse en las siguientes modalidades:

- I. General, y
- II. Particular.

**Artículo 49.** Cuando se trate con proyectos relacionados con la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos minerales o sustancias no reservadas a la federación, quienes soliciten la autorización a que se refiere este Título deberán exhibir junto con el estudio correspondiente, el programa de restauración de la zona que será afectada, el cual se someterá a la aprobación por la Secretaría.

**Vinculación.** Dado que se pretende extraer material pétreo, se presenta un programa de restauración enfocado a zonas de taludes perimetrales del banco, caminos sometidos a desmonte y áreas con claros (sin vegetación).

**Artículo 50.** El programa de restauración y adecuación de taludes, terrazas y terraplenes para el establecimiento de vegetación;

- I. Conformación, estabilización y adecuación de taludes, terrazas y terraplenes para el establecimiento de vegetación;
- II. Acopio, manejo y destino de sustratos recuperados durante el desmonte y despalme;
- III. Actividades para fomentar el restablecimiento de la cobertura vegetal;
- IV. Actividades para fomentar la recolonización del sitio por la fauna terrestre;
- V. Actividades para realizar la Reforestación del área afectada, con base en la composición, diversidad y abundancia relativa de las especies por unidad de área, que define el paisaje natural de la zona, y de acuerdo a los criterios de los ordenamientos ecológicos del territorio del Estado de Yucatán;
- VI. Selección de especies vegetales y densidad;
- VII. Cronograma de actividades para la ejecución de las acciones, incluyendo el mantenimiento de las plantaciones durante al menos un período de dos años;
- VIII. Indicadores del cumplimiento de las actividades de restauración y Reforestación del área de Explotación;
- IX. Manejo y uso posterior del sitio, y
- X. Las demás medidas complementarias que determine la Secretaría.

**Vinculación.** *Dado que se tiene contemplado aprovechar material pétreo, se presenta un programa de restauración enfocado a zonas de taludes perimetrales del banco, caminos sometidos a desmonte y áreas con claros (sin vegetación).*

**Artículo 56.** Las personas físicas o morales que construyan una obra nueva, amplíen una existente, exploten recursos naturales o realicen una actividades que pudieran alterar el medio ambiente, sin contar previamente con la autorización en materia de impacto ambiental, o que contando con ésta, incumplan los requisitos y condiciones establecidas en la misma, estarán obligadas a reparar los daños ambientales que por tal motivo hubieran ocasionado, en los términos establecidos en la Ley, este Reglamento y demás instrumentos que para tal efecto expida la Secretaría.

Al detectarse la realización de alguna obra o actividad que no cuente con la autorización previa, se le iniciará el procedimiento respectivo, se dictarán las medidas de seguridad para la zona afectada y las sanciones correspondientes. El responsable de la obra o actividad deberá presentar el estudio que la Secretaría determine para la obra o actividad que corresponda o la parte de ella que aún no esté iniciada.

**Vinculación.** *Se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad general para obtener la autorización en materia de impacto ambiental por la extracción de material pétreo.*

**Artículo 58.** En la evaluación del impacto ambiental se considerarán, entre otros, los siguientes elementos:

- I. Los programas de ordenamientos ecológicos del territorio expedidos en el Estado y los Programas de desarrollo urbano;
- II. La compatibilidad de los usos y destinos del suelo;
- III. Las declaratorias de Áreas Naturales Protegidas;
- IV. Los criterios ecológicos para la protección de la flora y fauna silvestres, acuáticas, endémicas y en peligro de extinción y del medio ambiente en general, así como para el aprovechamiento racional de los recursos naturales;
- V. La regulación ecológica de los asentamientos humanos;
- VI. Los reglamentos y normas oficiales vigentes relativas a las distintas materias que regulan la Ley y además ordenamientos legales relacionados con derechos humanos, salud y patrimonio cultural;
- VII. Los criterios de mitigación, amortiguamiento, restauración, compensación ambiental y capacidad de carga.
- VIII. Las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas.

**Vinculación.** De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán, el proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental denominada “**1.2 A Planicie de Hunucmá – Tekit – Izamal**” el cual presenta una **Política de Aprovechamiento** y un **Uso Condicionado de Extracción de materiales pétreos**, de igual manera se observa que el sitio bajo estudio se encuentra en una zona con vegetación secundaria y que el proyecto no se ubica dentro de ninguna área natural protegida.

**Artículo 80.** Deberán contar con la autorización previa de la Secretaría en Materia de Impacto Ambiental, las personas físicas o jurídicas colectivas que pretendan realizar obras o actividades que tengan por objeto el aprovechamiento de minerales o sustancias no reservadas a la Federación, tales como canteras, piedras, sascab o cualquier tipo de suelo a que se refieren los artículos 55 y 56 de la ley.

**Vinculación.** Se solicita la autorización en Materia de Impacto Ambiental, con el presente documento de manera que en el mismo se plasma los impactos potenciales, las medidas de prevención y mitigación en caso de que los impactos ocurran.

**Artículo 81.** Para expedir la autorización de Explotación y aprovechamiento de sustancias no reservadas a la federación, en Bancos de Materiales Pétreos, incluyendo a los de Préstamo, se deberá considerar, además de lo señalado en los artículos 57 y 63 de la Ley, lo siguiente:

- I. Que se eviten daños o afectaciones al ecosistema;
- II. Que se contemple la restauración y Reforestación del área de Explotación, manejo y vialidades empleadas, y

III. Que se contemplen las Medidas de Prevención, Mitigación o Compensación.

**Vinculación.** *Dado que se tiene contemplado realizar el aprovechamiento de material pétreo, se presenta un programa de restauración enfocado a zonas de taludes perimetrales del banco, caminos sometidos a desmonte y áreas con claros (sin vegetación). (Anexo 6C). De igual manera en el capítulo correspondiente, se describen las medidas de prevención y mitigación aplicables al proyecto.*

**Artículo 82.** No se permitirán trabajos de exploración o explotación de depósitos de los materiales referidos, dentro de los límites urbanos y en las zonas de protección que se señalen en los Programas de Ordenamiento Ecológico expedidos en el Estado, en los Programas de Desarrollo Urbano ni en Áreas Naturales Protegidas, salvo que sea material desventajoso y perjudicial para estas.

**Vinculación.** *El área donde se realizarán las actividades de explotación se ubica fuera de los límites urbanos del municipio, de las zonas de protección que se señala en el POETY, y el proyecto no se ubica dentro de alguna Área Natural Protegida.*

**Artículo 83.** El área de explotación no excederá el sesenta por ciento de la superficie del área donde se realizará el aprovechamiento. Siempre se dejará una franja de protección de al menos el 40% de la superficie del terreno la cual se distribuirá proporcionalmente a partir de los límites del predio.

**Vinculación.** *El proyecto en cuestión cumple con las especificaciones establecidas en el presente artículo, ya que la superficie solicitada para el desarrollo del proyecto es del 60% m<sup>2</sup> (área de aprovechamiento de material pétreo, caminos de acceso, entre otros), mientras que el 40% se considera como zona de amortiguamiento en el que se mantendrá el suelo y vegetación natural.*

**Artículo 84.** En los trabajos de explotación de yacimientos se cumplirán las siguientes especificaciones:

- I. Para el aprovechamiento de sustancias no reservadas a la federación deben sujetarse además de las disposiciones legales aplicables, a lo establecido en las Normas Técnicas Ambientales que se expidan al respecto;
- II. Se deben realizar los estudios que indique la Secretaría además de los hidrogeológicos, geofísicos y geotécnicos que se realicen mediante la exploración en el sitio del proyecto.
- III. Para materiales como piedra, canteras, sascab, y demás que determine la Secretaría, se dejará una franja de protección la cual debe contener la mayor cantidad posible de vegetación arbustiva y arbórea; la Secretaría determinará el ancho en proporción a la superficie del terreno para cubrir el cuarenta por ciento mínimos. Dicha franja de

protección se establecerá alrededor de la zona de Explotación y se medirá a partir de las colindancias del predio o caminos, líneas de conducción, transmisión y telecomunicaciones, hasta la intersección del terreno natural con la parte superior del talud resultante;

- IV.** La franja de protección debe quedar totalmente libre de cualquier instalación o depósito de material almacenado. La Secretaría, determinará los casos en que esta franja deba ser ampliada, de acuerdo con las condiciones bajo las cuales las zonas de explotación deban ser reforestadas, así como el plazo máximo para realizar dichas acciones, las cuales estarán a cargo al (sic) titular de la autorización.  
Se debe delimitar o marcar con cualquier instrumento o material visible, como vallas, cercas, cintas, alambre, etc. la franja de protección para que quede perfectamente identificada. El incumplimiento de la observancia de esta protección ocasionará la revocación inmediata de la autorización de Explotación, y el titular de la misma deberá cubrir los costos derivados de los daños ocasionados al área afectada;
- V.** El diseño de Explotación de las sustancias no reservadas a la federación debe permitir la recolonización de vida silvestre y la continuidad de la vegetación de acuerdo a los lineamientos que se establezcan en las normas técnicas ambientales que para tal efecto se expidan;
- VI.** El almacenamiento de combustibles y lubricantes, será en un depósito cubierto y localizado a más de treinta metros de cualquier acceso o lugar de reunión del personal del banco de materiales en explotación y estará controlado por personal capacitado para tal efecto;
- VII.** Por lo que se refiere a las medidas de seguridad en el manejo, transportación y almacenamiento de explosivos, deberán cumplirse estrictamente las disposiciones expedidas por la Secretaría de la Defensa Nacional, con base en la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos y en su Reglamento;
- VIII.** La Secretaría podrá solicitar estudios para determinar el nivel de profundidad de la excavación en la Explotación de sustancias no reservadas a la Federación. La autorización dependerá de los resultados de dichos estudios y de los registros existentes sobre la fluctuación anual del manto freático de la zona, procurando evitar que la saturación e inundación en periodos extraordinarios de lluvia, impidan realizar la restauración de las áreas abandonadas;
- IX.** El aprovechamiento de sustancias no reservadas a la Federación debe ser gradual y por etapas, conforme se avance en las zonas de aprovechamiento y cesen las actividades de extracción, debe iniciarse la restauración y Reforestación;
- X.** Se autorizará un máximo de diez hectáreas por proyecto, si se requiere la Explotación de superficies adicionales, se deberá acreditar la restauración de la zona explotada previamente y someter la ampliación a la evaluación de impacto ambiental para obtener la autorización correspondiente. En caso de incumplir esta disposición no se podrá autorizar el aprovechamiento para terrenos adicionales, independientemente de las sanciones que resulten aplicables.

**Vinculación.** *Es importante mencionar se ha descrito en el documento que se dejará una franja del 40% de la superficie total como franja de amortiguamiento, zona la cual quedará libre de cualquier instalación o depósito de material almacenado.*

El proyecto fue diseñado de tal manera que permita la recolonización de vida silvestre y la continuidad de la vegetación. Es así que durante el desarrollo del proyecto se acatarán cada una de las disposiciones establecidas en el presente artículo.

**Artículo 85.** Los promoventes tienen las siguientes obligaciones:

- I. Ejecutar los trabajos de explotación de materiales geológicos conforme al proyecto autorizado por el Ayuntamiento respectivo.
- II. Mantener en buenas condiciones de seguridad, estabilidad e higiene el predio donde se efectúen los trabajos y
- III. Controlar la emisión o desprendimiento de polvos, humos, gases o ruidos que pudieran dañar al ambiente
- IV. Controlar y disponer de sus residuos conforme a las disposiciones aplicables y evitar su propagación fuera de los predios en los que se lleve a cabo las actividades de que se trate
- V. Someter a la aprobación de la Secretaría y ejecutar un proyecto para la reutilización sustentable del área afectada que armonice con las actividades productivas de la zona.
- VI. Someter a la aprobación de la Secretaría, y ejecutar un programa de restauración para las áreas afectadas. Dicho programa deberá presentarse a la Secretaría en un plazo máximo de 20 días contados a partir de la fecha de inicio de las operaciones.
- VII. Utilizar el material de despalme en la restauración
- VIII. Realizar las obras y acciones de mejoramiento ecológico que se indiquen en el dictamen respectivo.
- IX. Ejecutar las acciones alternativas de Compensación que hayan sido aprobadas por la Secretaría
- X. Presentar ante la Secretaría cada seis meses el permiso de Explotación otorgado por la Autoridad municipal correspondiente.
- XI. Las demás que señale la Secretaría.

**Vinculación.** *Todas las obligaciones impuestas serán cumplidas por el promovente.*

**Artículo 88.** Para el aprovechamiento de arena, se deben cumplir las disposiciones legales y normas oficiales vigentes en la materia, así como los lineamientos que establecen los Programas de Ordenamiento Ecológicos emitidos en el Estado, y obtener las autorizaciones y permisos correspondientes que otorguen las autoridades federales y municipales competentes.

**Vinculación.** *Lo establecido en el presente artículo no le aplica al proyecto, ya que este no se pretende aprovechar arena.*

**Artículo 89.** Las personas que realicen o pretendan realizar la exploración, Explotación y aprovechamiento de canteras, piedras, sascab o cualquier tipo desuelo, yacimiento o depósito de arena fuera de la zona marítima, terrestre y terrenos ganados al mar, tendrán que solicitar por escrito la autorización correspondiente al Ayuntamiento competente, en los términos de la Ley.

**Vinculación.** *Lo establecido en el presente artículo no le aplica al proyecto, ya que este no se encuentra cercano al mar.*

**Artículo 134.** Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permisibles, por tipo de contaminante o por fuente de contaminación que establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas.

**Artículo 152.** Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, monóxido de carbono e hidrocarburos, emitidos por el escape de los vehículos en circulación que utilizan gasolina, diésel o gas L.P. como combustible, así como de los niveles de opacidad del humo proveniente de la combustión de los vehículos automotores a diésel, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisiones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible de contaminantes para el ser humano.

**Artículo 155.** Todos los vehículos automotores que circulan en el estado y que por tanto estén registrados en él, deberán ser sometidos obligatoriamente a verificación en las fechas que se fijen en los programas que al efecto se publiquen, no haciéndose válida su verificación en otras entidades federativas.

**Vinculación:** *Todos los vehículos automotores que serán empleados en las actividades de las distintas etapas del proyecto, deberán ser sometidos a un mantenimiento periódico preventivo y correctivo en su caso, con la finalidad de cumplir con la normatividad ambiental de emisiones contaminantes a la atmósfera.*

# CAPÍTULO IV

---

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

# CONTENIDO

|   |     |
|---|-----|
| IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. .... | 1   |
| IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO .....   | 1   |
| IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL .....   | 2   |
| IV.2.1 MEDIO ABIÓTICO .....   | 2   |
| IV.2.1.1. CLIMA.....  | 2   |
| IV.2.1.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....   | 7   |
| IV.2.1.3. SUELO.....  | 13  |
| IV.2.1.4. HIDROLOGÍA.....   | 16  |
| IV.2.2 MEDIO BIÓTICO .....  | 20  |
| IV.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE .....  | 20  |
| IV.2.2.2. FAUNA TERRESTRE.....  | 40  |
| IV.2.2.2.1. METODOLOGÍA DE MUESTREO PARA CADA GRUPO DE FAUNA .....  | 41  |
| IV.2.2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA FAUNA SILVESTRE REGISTRADA .....  | 54  |
| IV.2.2.2.3. ANÁLISIS DE DATOS .....   | 56  |
| IV.2.2.2.4. RESULTADOS .....  | 59  |
| IV.2.2.2.4.1. FAUNA CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN EL SISTEMA AMBIENTAL .....  | 59  |
| IV.2.2.2.4.2. RESULTADOS DE LA FAUNA DEL SISTEMA AMBIENTAL.....   | 59  |
| IV.2.2.2.4.3. RESULTADOS DE LA FAUNA DEL ÁREA DEL PROYECTO .....  | 82  |
| IV.2.1.5.MEDIO SOCIOECONÓMICO .....   | 103 |
| IV.2.1.6.PAISAJE.....   | 108 |

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

### IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

El aspecto ecológico del medio ambiente se circunscribe a la flora, fauna, agua, tierra y aire, siendo sólo una parte del medio ambiente, por lo que debe tenerse especial atención en tomar en cuenta la totalidad de los impactos. Ante esta situación se describirá y analizará de manera integral el Sistema Ambiental Regional de estudio, en el que se encuentra el proyecto.

El polígono donde se pretende llevar a cabo el proyecto se localiza en la Región II. Noroeste en el predio comprendido por las parcelas 258, 259, 260, 261, 262 y 263, de la localidad de Tanil, municipio de Umán, Yucatán.

Para poder determinar estos impactos, su generación y repercusiones posteriores, fue necesario determinar un área elemental que pueda ser evaluada, para ello se desarrolló un análisis de las condiciones abióticas y bióticas (aspecto ecológico) del Sistema Ambiental (SA) de estudio en el cual se encuentra inmerso el proyecto.

Por lo que para de precisar los límites del SA, así como el identificar las condiciones físico-bióticas que prevalecen en ellas, se realizó un análisis de las regionalizaciones establecidas por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) de los ordenamientos ecológicos territoriales, decretados y publicados en el Diario Oficial de la Federación, en los cuales se encuentra inmerso el predio en donde se pretende la elaboración del proyecto. Así como también un sistema ambiental basado en la vegetación más representativa de la zona, tipos de suelo, geomorfología, climatología, así como la zona urbana o de asentamientos humanos como está considerada, tomando como base los datos obtenidos del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, serie VI, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

De acuerdo a lo anterior el SA cuenta con una superficie de 612,526,509.99 m<sup>2</sup>. A continuación, se puede observar dicho sistema (las coordenadas se presentan en el anexo 1).

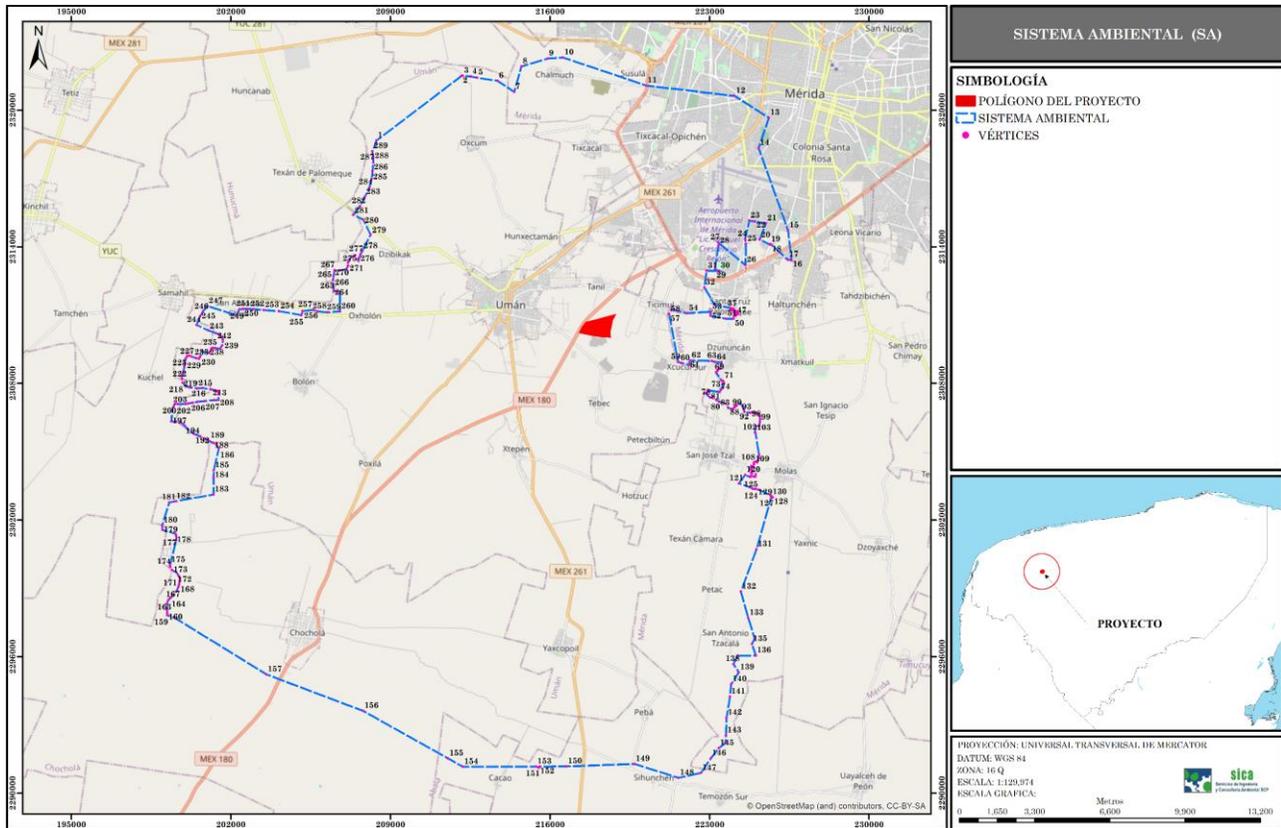


Figura IV.1. Delimitación del Sistema Ambiental del proyecto.

## IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

Como referencia para la descripción del Sistema Ambiental y los elementos físicos y biológicos que forman parte de dicho sistema, también se llevó a cabo un análisis de componentes ambientales basados en las prospecciones del monitoreo de flora y fauna en el área donde se llevará a cabo el proyecto. De igual forma se tomó en cuenta la información bibliográfica conocida de la zona y, por último, para el apartado socioeconómico se analizaron datos del municipio de Umán, dependiendo directamente de la disposición de información.

### IV.2.1 MEDIO ABIÓTICO

#### IV.2.1.1. CLIMA

Según Köppen el clima identificado para la zona de Yucatán se clasifica entre Bs y Aw esto se comprende entre los muy áridos (BW) y los húmedos (A o C). El símbolo S indica que el cociente de precipitación-temperatura (P/T), es de 23.6, por lo que se considera que este es el menos seco entre los climas secos (semiseco). El símbolo (h), indica que es un tipo climático cálido. El símbolo w señala que el tipo climático cuenta con un régimen de lluvias de verano,

en donde el mes más lluvioso es por lo menos 10 veces mayor que el mes más seco y el porcentaje de lluvia invernal es de más de 11 veces.

En la parte norte de la península, especialmente en el estado de Yucatán, existe una franja Climática del tipo Bs (seco estepario), con algunas variantes, la cual se caracteriza por tener escasas lluvias y altas temperaturas; dicha franja se extiende desde Celestún hasta El Cuyo, alcanzando su parte amplia en la zona de Progreso. Este tipo de clima es intermedio entre el clima árido (Bw) y los húmedos (A o C). Los subtipos de clima registrados son el Bs0 (h') w(x'), Bs0 (h') (e), BS0 (h')W" i y Bs1 (h') W"i.

Este tipo de clima presenta características en costas occidentales que bordean los anticiclones subtropicales oceánicos, las masas de aire tropical marítimo (mTs) subsidentes son estables y secas. En estrechos cinturones costeros prevalecen climas de desierto extremadamente secos, pero relativamente frescos y con niebla. La oscilación anual de la temperatura es pequeña.

En este clima se distribuyen los tipos de vegetación xerófilos y halófitos, así como selva baja caducifolia espinosa. También en este clima se distribuyen otros tipos de vegetación tales como el de dunas costeras y manglar.

El sistema ambiental del proyecto, así como el predio se ubican en la franja climática **Aw0**. De acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García. Este clima es el más seco de los cálidos subhúmedos, con un régimen de precipitación en el verano, con poca oscilación de la temperatura media, con una marcha anual de la temperatura tipo Ganges (mes más caliente antes del solsticio de verano – junio) y con canícula intraestival o de medio verano (Orellana, 1999).

**Tabla IV.1.** Temperatura y precipitación media anual.

| MES  | TEMPERATURA PROMEDIO | PRECIPITACIÓN |
|--|----------------------|---------------|
| <b>Enero</b>   | 21.5                 | 41.3          |
| <b>Febrero</b>   | 22.7                 | 19.6          |
| <b>Marzo</b>   | 25.0                 | 19.2          |
| <b>Abril</b>   | 26.3                 | 21.2          |
| <b>Mayo</b>  | 28.1                 | 52.0          |
| <b>Junio</b>   | 27.6                 | 136.1         |
| <b>Julio</b>   | 26.7                 | 150.7         |
| <b>Agosto</b>  | 26.3                 | 156.6         |
| <b>Septiembre</b>  | 26.8                 | 135.6         |
| <b>Octubre</b>   | 25.5                 | 121.5         |
| <b>Noviembre</b>   | 23.5                 | 61.1          |
| <b>Diciembre</b>   | 22.0                 | 36.6          |
| * ESTACIÓN METEOROLÓGICA 00031078 F.I.U.A.D.Y. (PERIFERICO) 1951-2010. |                      |               |

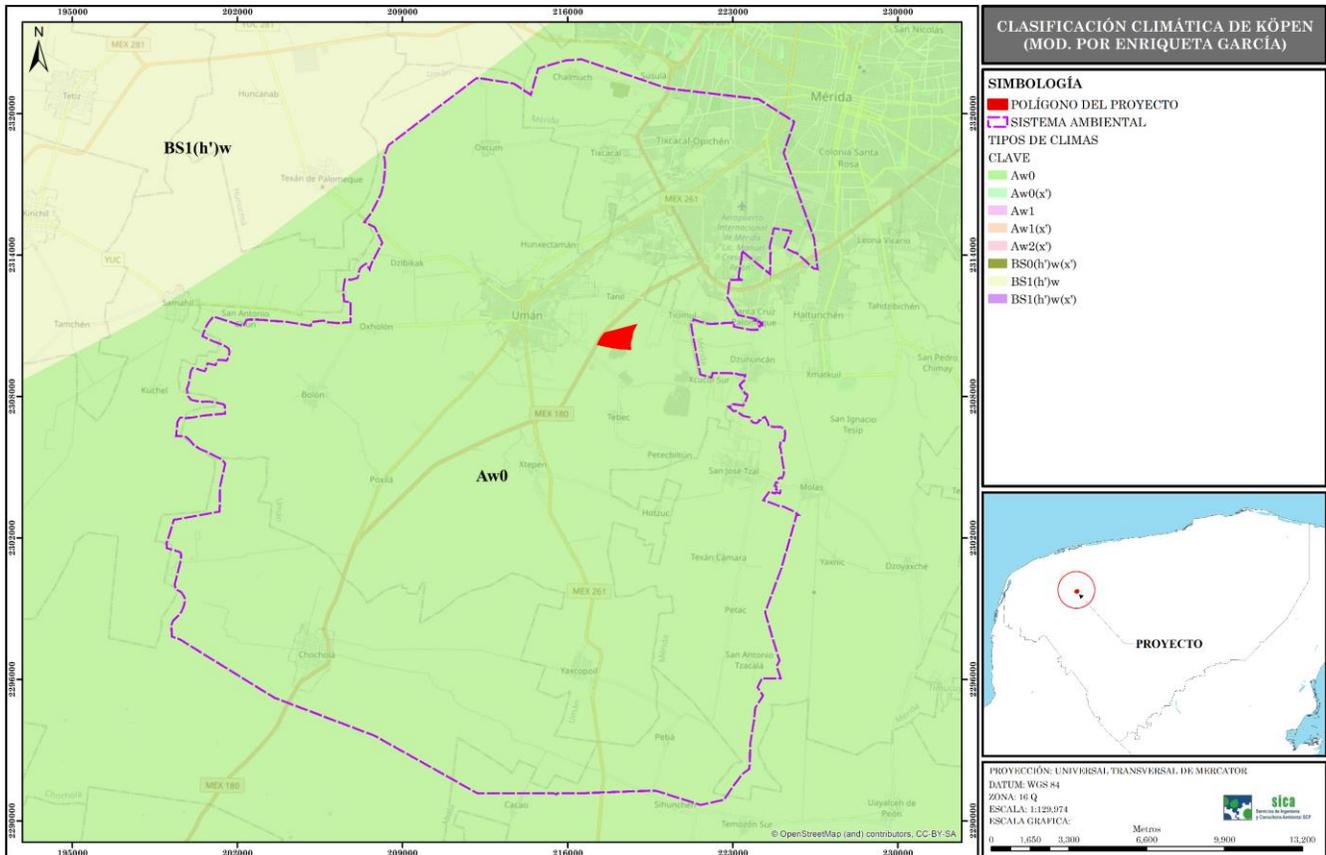


Figura IV.2. Ubicación del predio y área de del sistema ambiental respecto al tipo de clima.

## FENÓMENOS NATURALES

### Vientos alisios y ondas del este

Los vientos del este o alisios son desplazamientos de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica o de Alta Presión Bermuda-Azores, localizada en la posición centro-norte del océano atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj, por efecto del movimiento de rotación del planeta. Atraviesan la porción central del atlántico y el mar Caribe cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturan de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano. Los vientos alisios penetran con fuerza en la Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. A menudo las ondas del este, perturbaciones tropicales que viajan dentro de la corriente alisa, incrementan la nubosidad y la cantidad de lluvia.

Los principales fenómenos hidrometeorológicos que afectan a la zona, Yucatán son los meteoros tropicales (ciclones tropicales) y frentes fríos. Otros fenómenos de menor incidencia

son las sequías, incendios forestales, temperaturas extremas, inundaciones, trombas o turbonadas, granizadas y tormentas eléctricas.

Entre los meteoros más importantes en estos años se encuentran el huracán Gilberto en 1988 de categoría 5, el Roxana, que, en 1995, azotó directamente las costas de la Reserva Sian Ka'an 10 km al sur del Parque Nacional Tulum, causando erosión de playas y duna costera, así como el Wilma en 2005 con categoría 5.

### **Huracanes**

Durante el verano cada año, en los mares tropicales como el Caribe y golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión. Esto da lugar a las tormentas tropicales y dependiendo de la energía acumulada se puede llegar a formar un ciclón o huracán. Las tormentas tropicales y huracanes se desplazan en el hemisferio norte en el sentido contrario al de las manecillas del reloj con una trayectoria de este a oeste y posteriormente hacia el norte. Dependiendo del sitio en que se originen tendrá su trayectoria particular pueden llegar a tocar tierra y ocasionar daños de diferente magnitud.

De acuerdo a la regionalización de riesgo de huracanes desarrollada por SEDESOL en conjunto con el Instituto Nacional de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, el área del proyecto se localiza en una región del estado yucateco catalogada con un riesgo de incidencia alto con respecto al total de zonas con riesgo de ocurrencia de huracanes.

### **Nortes**

Los frentes fríos, comúnmente denominados "nortes", llegan a Yucatán a través del Golfo de México. Las masas de viento continental se forman en las latitudes altas de Norteamérica (Estados Unidos y Sur de Canadá) y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico.

Durante su desplazamiento, la masa de aire frío desplaza al aire más cálido, causa descensos rápidos en las temperaturas en las regiones por donde transcurre el fenómeno. Año con año en la Península de Yucatán se presenta este tipo de fenómeno meteorológico durante la temporada invernal de octubre a marzo. Los nortes son grandes masas de aire frío que descienden del polo, produciendo al chocar con las masas de aire húmedo tropical, frecuentes chubascos y tormentas eléctricas en la zona intertropical durante el invierno para el hemisferio norte, zona que con frecuencia se desplaza hacia el norte hasta llegar a quedar sobre la Península de Yucatán.

Los nortes ocasionan la lluvia invernal, que en algunos años ha llegado a ser tan elevada que abarca el 15% del total de precipitación anual. La duración del efecto de los nortes puede ser en promedio tres días, tiempo en el que cubre su trayectoria.

El municipio se ubica en una zona tropical, de modo que se ve afectado por diversidad de fenómenos hidrometeorológicos casi todo el año, excepto abril y mayo, considerados meses de "temporada de secas".

### **Inundaciones**

El municipio en el cual se encuentra inmerso el proyecto es propenso a inundaciones temporales debidas a eventos climáticos extremos como los huracanes, descritos anteriormente.

### **Sequia intraestival o canícula**

La sequía de medio verano o canícula es la disminución en la cantidad de lluvia durante el periodo lluvioso, esta merma puede ser de uno, dos o tres meses, este fenómeno varía en su intensidad cada año. Es ocasionado por interferencias de Vaguadas Polares sobre los vientos alisios que disminuyen su fuerza.

Las vaguadas polares son inestabilidades atmosféricas de las capas altas provenientes de los polos y denominadas así por tener forma de >V>, esta condición es conocida en meteorología como retorno al invierno, dependiendo de la fuerza de esta, puede llegar a ocasionar daños en los cultivos.

### **Radiación solar**

La radiación solar está influida por condiciones de nubosidad en esta región. Los valores más altos de radiación solar total se presentan en los meses comprendidos de abril a julio, con 525 ly/día, donde  $ly = \text{Langley} = \text{constante solar} = 1.4, \text{ cal/gr/cm}^2/\text{min}$ .

En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el norte y sur de la región; para la porción norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la porción sur, se trata de los mismos meses y la variación es de 400 ly/día o sea que los valores registrados en la porción norte son ligeramente más bajos que los de la porción sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. A partir de noviembre el valor registrado en la parte norte es menor que para el sur. También para el norte se ha registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año). Es importante señalar que el sitio de proyecto se encuentra ubicado en la parte norte del estado.

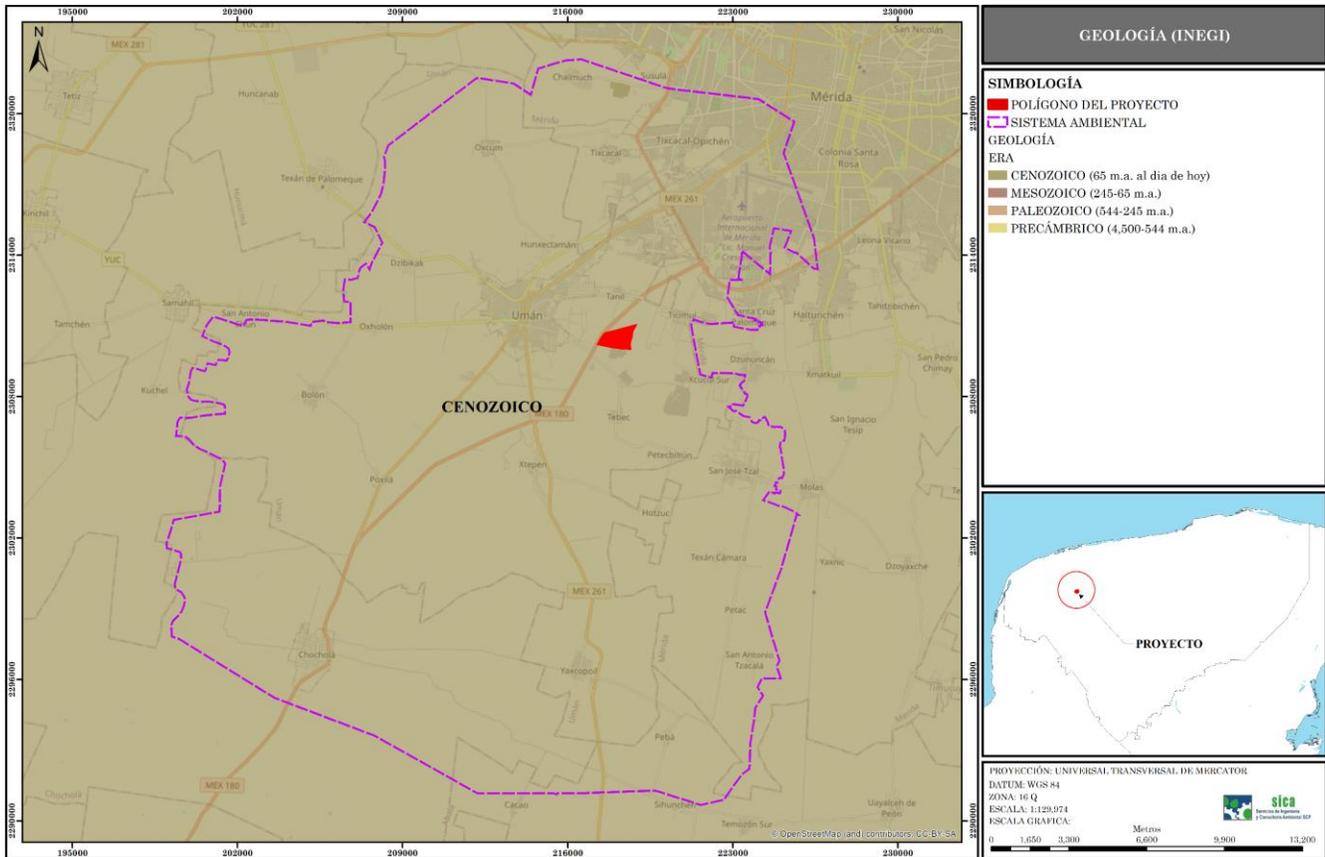
Por todo lo anterior, se deduce que la distribución de la radiación solar total en la región durante el año, depende tanto de la posición del sol como de la distribución de la nubosidad en las diferentes estaciones. Los máximos de energía que se reciben en los meses de abril a julio, coincidentes con el desplazamiento aparente del sol hacia el norte, lo que se traduce en días más largos, de creciente energía, distribuida en forma homogénea cuando no existe orografía importante en la región.

El predio donde se desarrollará el proyecto está sujeto a ser impactado por cualquiera de los intemperismos mencionados anteriormente, sin embargo, el proyecto no provocará o incidirá en la presencia de estos intemperismos.

#### IV.2.1.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

##### **Geología**

El estado de Yucatán tiene las mismas características geológicas que los otros dos estados que componen la Península de Yucatán; en este estado la roca sedimentaria cubre 95.8% de su territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6%, se localiza en todo el estado excepto en su parte norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% y paralelamente a la línea de costa, se ubica el suelo. Toda la superficie estatal queda comprendida en la **Era del Cenozoico** con una edad aproximada de 63 millones de años.



**Figura IV.3.** Mapa del sistema ambiental y del predio con respecto a la geología.

Uno de los problemas principales para el estudio de la geología en el estado de Yucatán, y en la península, es la poca cantidad de afloramientos, debido al material de caliche reciente, producto de la transformación de las calizas o consolidación de material suelto, que cubren en mayor parte a la península, comúnmente alcanza un espesor de 2 a 10 metros y forma indiscriminadamente sobre casi todas las rocas del subsuelo ya sea del Eoceno, Oligoceno o Mioceno-Plioceno; oscureciendo la información geológica superficial, y a diversos factores externos, alteración in situ, además de lo disperso de la información geológica tanto subterránea como superficial, hacen que los estudios geológicos superficiales no sean muy concluyentes.

### Características geomorfológicas

La península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea, encontrándose cubierta por un mar de poca profundidad, que emergió poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve llana o plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Llega a conformar parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, que a su vez se divide en dos subprovincias: la 62, Carso Yucateco y la 63, Carso y Lomeríos de Campeche; que es una plataforma rocosa, donde la parte más elevada se encuentra al sur,

denominada Cordón Puuc, también conocida localmente como “Sierrita de Ticul”, dominando notoriamente la llanura baja y casi monótona que la limita al norte; presenta la mayor parte de las grutas y cavernas del estado, así como los niveles estáticos más profundos, pues éstos se encuentran en algunos casos a más de 100 m de profundidad. El cordón Puuc, con rumbo NE – SE y buzamiento al NE, presenta en la parte alta del camino Uxmal – Muna una discreta estructura en forma anticlinal, mas esta condición no la observamos en los cortes al sur de Oxkutzcab y Tekax. La planicie al norte del Cordón Puuc tiene ondulaciones al este, con echados de tres a cinco grados, aunque por movimientos locales hay fuertes inclinaciones en las capas de algunos sitios.

La región ha sido esculpida de una plataforma calcárea estable, en donde es posible diferenciar tres zonas donde actúan diversos procesos: la litoral, la planicie central y la de los cerros y valles; la primera se encuentra al norte, en la costa, donde tiene lugar la creación de franjas arenosas que corresponden a barras arenosas, islas, antiguas líneas de costa y desarrollo de planicies de inundación y lacustres; la segunda, en la porción central abarca la mayor parte del estado, se observa el desarrollo de una topografía cárstica, en su mayor parte baja y ondulada, en la que frecuentemente se localizan cavidades de disolución con afloramiento del nivel freático, que son conocidas en la región como cenotes; la tercera zona corresponde a la de mayor contraste morfológico, se ubica en la porción suroeste e incluye el cordón Puuc, en ella se ha desarrollado un relieve de lomeríos suaves, producido por la erosión de las rocas carbonatadas, el relieve solo se ve interrumpido por la presencia de dolinas y pequeñas planicies residuales producto de la acumulación de arcillas de descalcificación en las depresiones. De acuerdo con las características morfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima subhúmedo.

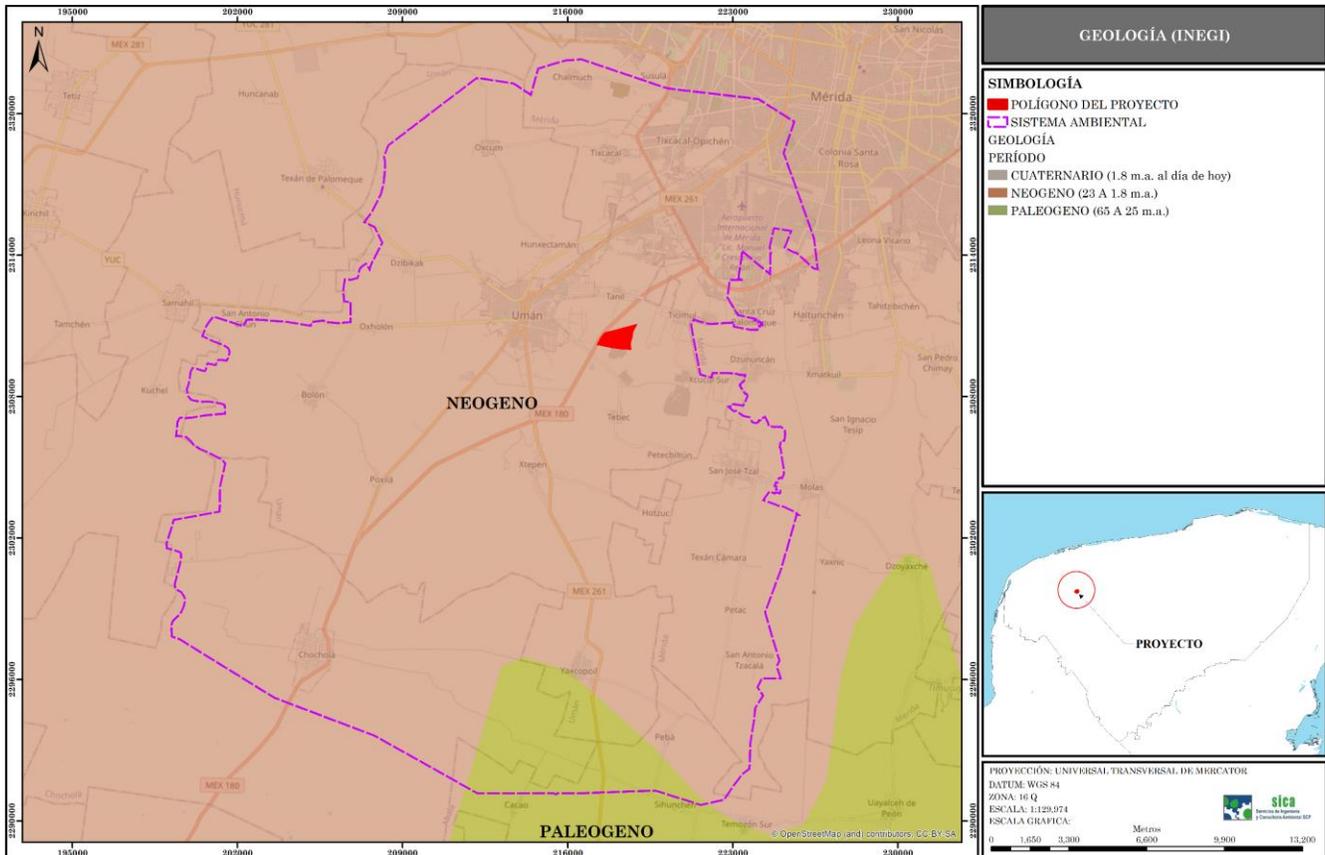


Figura IV.4. Mapa del sistema ambiental y del predio con respecto a la geología de la península.

### Geomorfología más importante

Esta región del Estado corresponde a la unidad geomórfica denominada **Planicie Estructural Interior** como se observa en la siguiente figura. Es una planicie a escasa altitud (10 a 20 m sobre el nivel medio del mar) con hondonadas incipientes y montículos. Sin embargo, la zona que en la que se localiza el proyecto también abarca en su porción extrema occidental una geofoma de planicie estructural a altura media (20-70 msnm) con hondonadas someras y profundas. Por lo que la altura de la zona en el área de estudio disminuye conforme se avanza hacia el este y hacia el norte, en zonas más jóvenes de la Península.

En el área del proyecto los niveles superficiales están representados por calizas blancas duras y masivas; los intermedios por calizas arcillosas, duras de color amarillento a rojizo y los inferiores por coquinas constituidas por materiales fosilíferos blandos y de color blanco. Esta formación corresponde en edad a los periodos Mioceno Superior y Plioceno, todavía del Terciario (Duch, 1988).

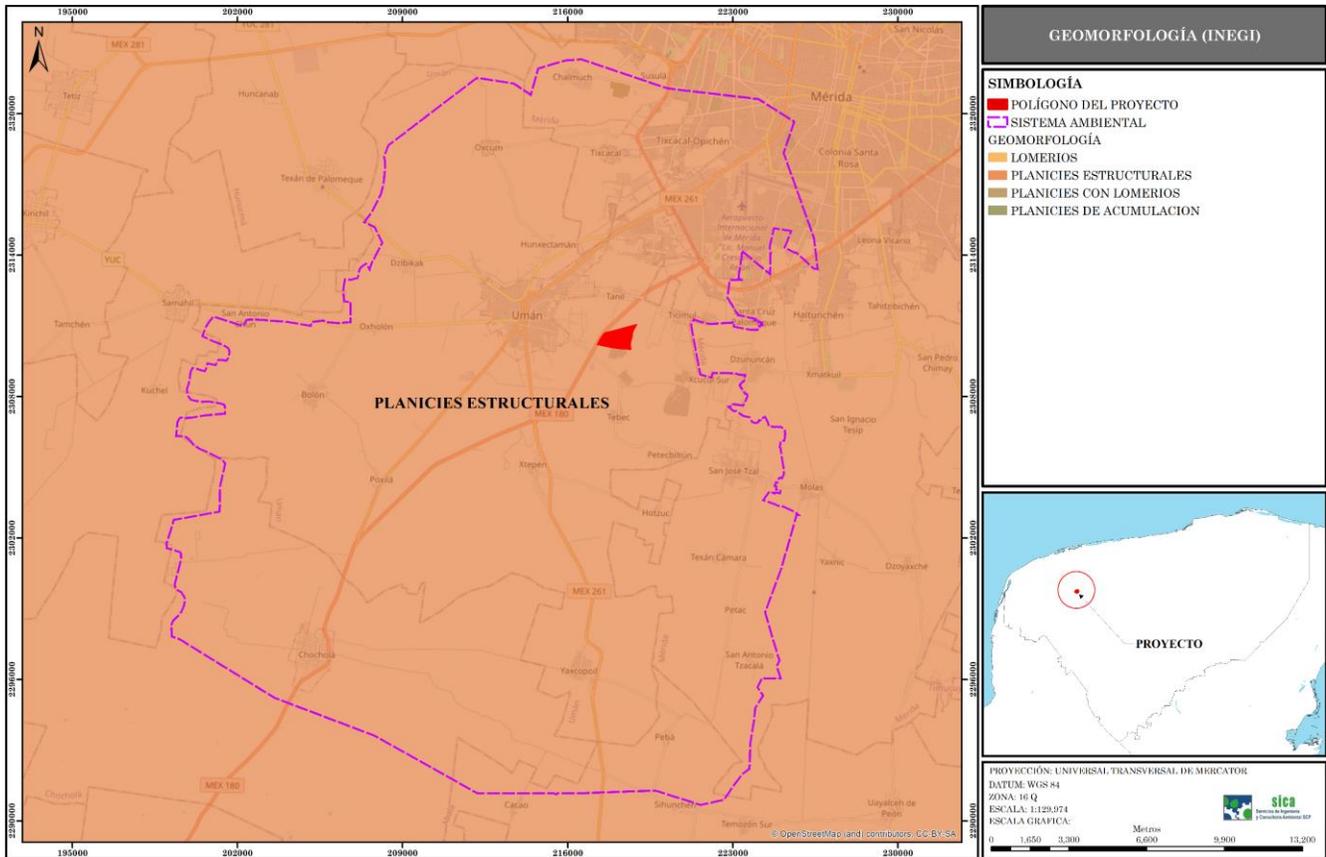


Figura IV.5. Geomorfología en el sitio del proyecto.

### Características de relieve

El territorio Peninsular se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. La superficie que abarca esta zona geomorfológica presenta en su mayor parte una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 5 y los 15 m, por lo que no existen formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macrorelieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 5 y el 10 %. Se presenta una figura de hipsometría.

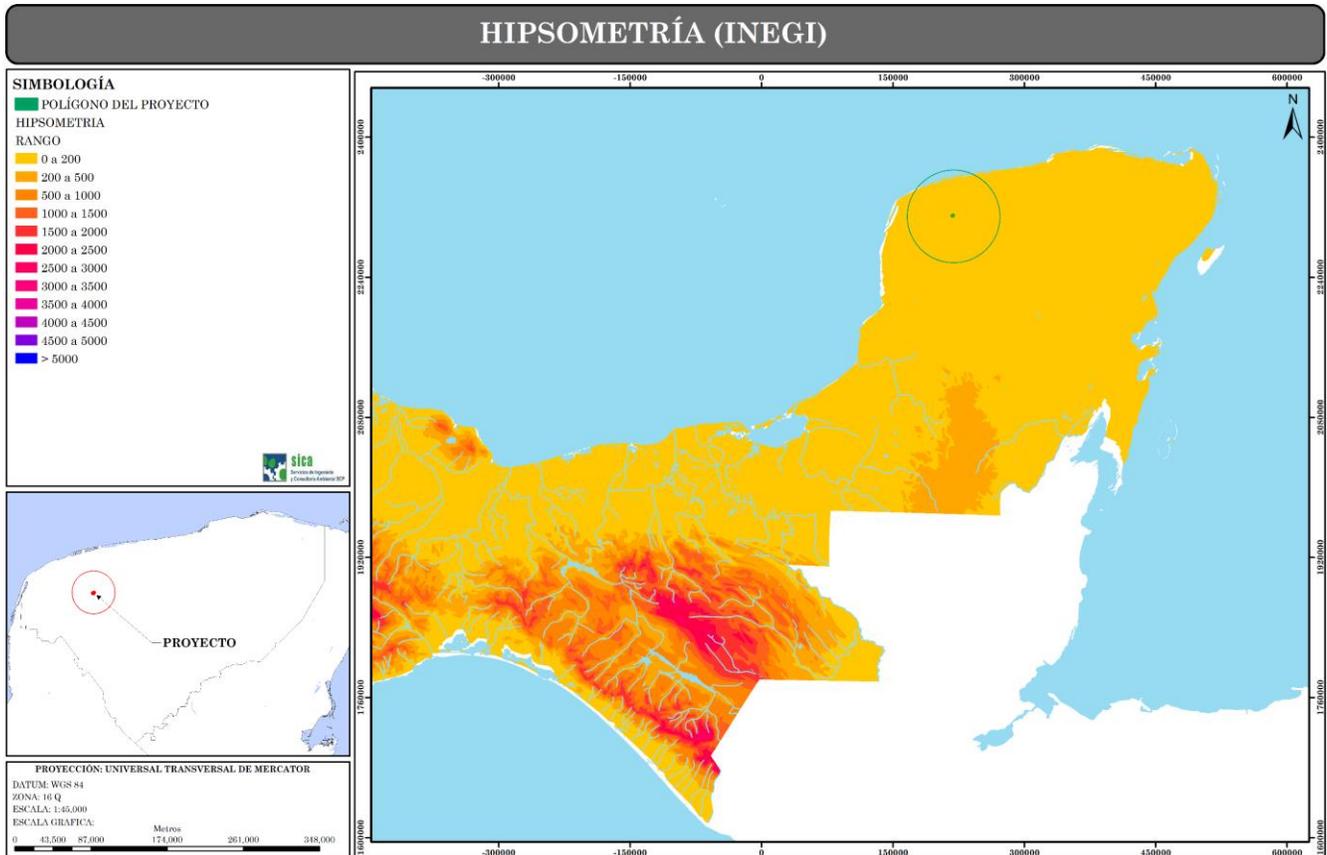


Figura IV.6. Plano de hipsometría en la Península de Yucatán.

### Presencia de fallas y fracturamientos

Según el Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán (1999), no existen fallas ni fracturamientos de relevancia para el sitio de estudio en el terreno estudiado.

La zona de estudio se localiza dentro de una estructura geológica denominada Semicírculo de Cenotes, la cual se encuentra en la porción noroeste del estado de Yucatán, se trata de una banda de cenotes que delimita una frontera entre calizas fracturadas fuera de la estructura y no fracturadas dentro de la misma.

La geología superficial indica que este fracturamiento es el factor principal para el origen de la banda de cenotes, relacionado con hundimientos diferenciales de rocas en el borde de su límite o colapsos por disolución dentro de los poros de los depósitos.

Considerando las características descritas sobre la conformación calcárea, se trata de un material soluble al agua y que se encuentra enriquecido con ácido carbónico, por lo que se favorece la formación de cavidades subterráneas que conllevan a los hundimientos del terreno y con ello a la configuración del paisaje, mismo que se constituye en una de planicie ondulada con promontorios y hondonadas (Duch, 1988).

### **Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, derrumbes e inundaciones**

Es de suma importancia aclarar que la zona no es susceptible a actividad sísmica, tampoco se presentan deslizamientos, derrumbes o actividades volcánicas, ya que el área se localiza dentro de una zona denominada asísmica donde los sismos son raros o desconocidos. Por su parte, las inundaciones no se consideran un riesgo debido a la alta permeabilidad del suelo, son posibles las inundaciones temporales por eventos climáticos extraordinarios.

El Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto se encuentra en la zona de menor actividad sísmica, en la Región A, según la clasificación del Manual de Diseño de Obras Civiles publicado por la Comisión Federal de Electricidad. De igual forma, el suelo que corresponde al sitio de la obra, es TIPO 1 (terreno firme).

#### **IV.2.1.3. SUELO**

Los suelos sobre la superficie de la tierra sufren cambios continuamente, los cuales escapan a un estudio casual del suelo. Cada suelo tiene un ciclo de vida en términos del tiempo cronológico. La intemperización del lecho rocoso produce residuos no consolidados que sirven como un material de origen para la evolución del perfil del suelo que finalmente refleja el efecto conjunto del clima, materia viva, relieve y del tiempo.

La exposición del material original a las condiciones del tiempo bajo condiciones favorables dará como resultado el establecimiento de plantas que realizan la fotosíntesis y cuyo crecimiento resultará en la acumulación de algunos residuos orgánicos. Animales, bacterias y hongos posteriormente se unirán en una comunidad biológica y se nutrirán de estos residuos orgánicos.

Con base en los conocimientos sobre los suelos de la Península Yucateca, en general podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos sin grandes accidentes geográficos y de formación reciente. Los suelos son de origen marino, con rocas calcáreas de reciente formación en el Mioceno y Pleistoceno. El material basal o roca madre, está constituido por arenisca calcárea con o sin material conchífero en el cordón litoral, vastos territorios cubiertos de margas calizas y calcíferas con inclusiones de dolomitas, óxido de hierro y arcillas de origen volcánico en el interior de la península. (Miranda, 1958).

México no cuenta con un sistema de clasificación de suelos propio, lo que origina que se tengan que adoptar sistemas de clasificación desarrollados en otros países. Por tal motivo se adoptó la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, la cual fue modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos. (Bautista, *et al*, 2005).

Las modificaciones generales que se hicieron al sistema FAO/UNESCO dieron como resultado la siguiente clasificación de suelos, presentes en el estado de Yucatán:

- |                         |                        |                            |                        |
|-------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|
| • Cambisol (B)          | • Gleysol (G)          | • Castañozaem Haplíco (Kh) | • Luvisol cálcico (Lc) |
| • Cambisol gléyico (Bg) | • Gleysol mólico (Gm)  | • Feozem (H)               | • Nitosol (N)          |
| • Cambisol cálcico (Bk) | • Litosol (L)          | • Regosol (R)              | • Nitosol éútrico (Ne) |
| • Cambisol crómico (Bc) | • Luvisol (L)          | • Solonchak (Z)            | • Rendzina (E)         |
| • Castañozem (K)        | • Luvisol crómico (Lc) | • Vertisol (V)             |                        |

De manera particular, la distribución de los tipos de suelos del polígono del proyecto, según delimitaciones con el Programa Esri ArcMap Versión 10.0 (Esri Inc, 1999-2010) y conjunto de datos vectoriales del INEGI, este se encuentran dentro del tipo de suelo que se conocen como **RENDZINAS**, los cuales se caracterizan por presentar un sencillo perfil, conformado por solo un estrato que se denomina horizonte "A" mólico, de no más de 50 cm de espesor, el cual reposa sobre material calcáreo, con más del 40% de carbonato de calcio. Es común observar una clara asociación con los litosoles, son los que ocupan la mayor parte de su extensión superficial, apareciendo también casi en todas las distintas porciones territoriales que lo integran.

En cuanto a su color ha sido conveniente reconocer tres variantes principales: rendzinas negras, cafés y rojas.

Las rendzinas negras se corresponden con aquellos suelos conocidos localmente con los términos *Box-lu'um* y *Pus-lu'um*, y que por lo regular aparecen localizados en las formaciones dómicas, como son los altillos, montículos y cerros. Son suelos de textura media que muestran, una estructura granular fina o muy fina, débilmente desarrollada. Estos suelos poseen un alto contenido de materia orgánica frecuentemente arriba del 15%, asociado con valores intermedios de capacidad de intercambio de cationes que varían de 20 a 45 meq/100 g. Son moderadamente alcalinos, con pH casi siempre menor de 8 y se distinguen por su fuerte reacción al HCl. Son suelos ricos en bases, principalmente en calcio, magnesio con aproximadamente 30 meq/100 g en el primer caso y entre 5 y 10 meq/ 100 g en el segundo, mientras su contenido en fósforo oscila cercano a 3 ppm.

La diferencia entre el *Box-lu'um* y el *Pus-lu'um* radica en que éste último presenta una notablemente menor cantidad de piedras, tanto superficialmente como en el interior del

perfil, motivo por el que los productores milperos se consideran agraciados cuando durante la siembra encuentran áreas de este suelo dentro de los límites de su milpa pues resulta menos dura su tarea en estas condiciones.

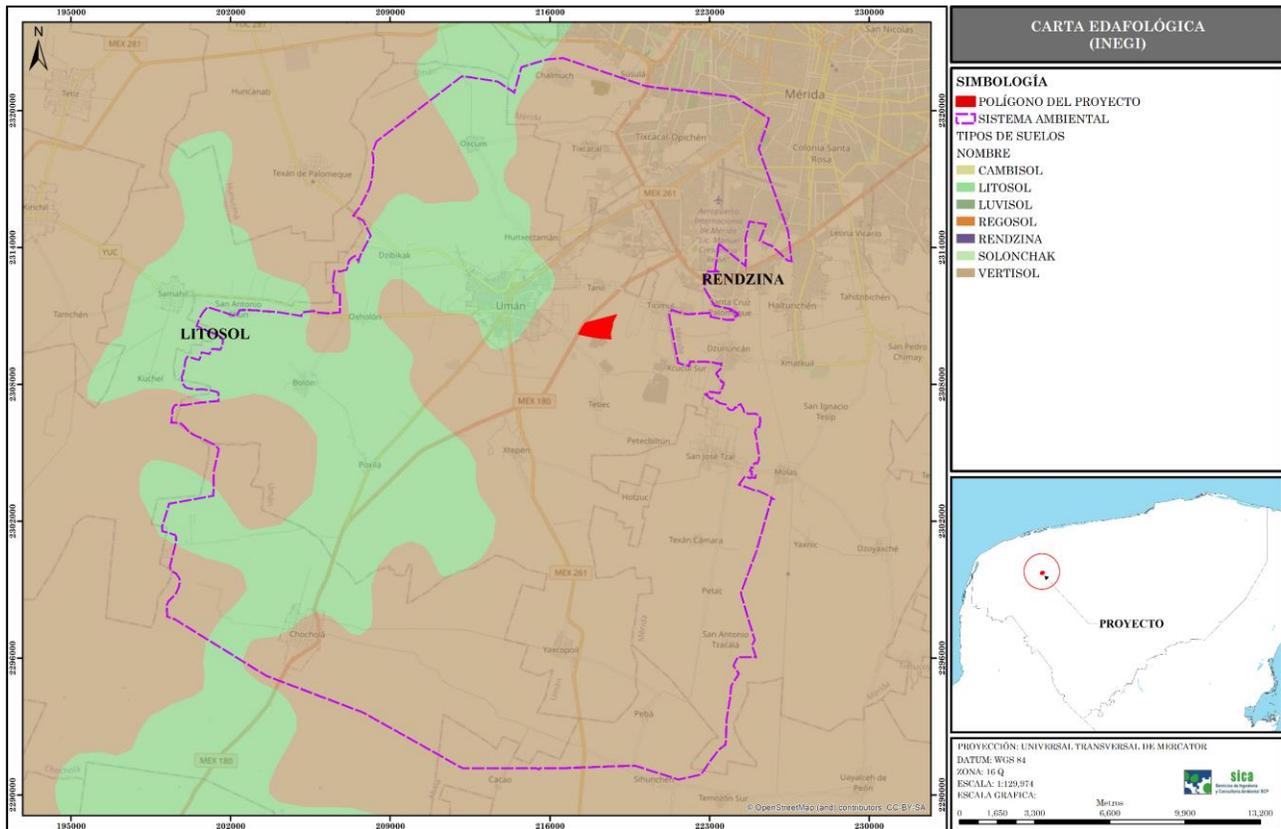
Las rendzinas cafés son conocidas en la entidad con el término maya de *Kancab*. Este tipo de suelo se localizan, por lo regular, en la base de las formaciones dómicas, en colindancia con las negras. Las rendzinas cafés son también de textura media, aunque en su composición se advierte una disminución en el porcentaje de arena. Presentan un desarrollo estructural débil, con tendencia hacia la formación de bloques subangulares finos y muy finos. Son suelos menos alcalinos que las rendzinas negras y aunque son ricos en materia orgánica, su contenido es también menor que el de aquellas, con valores que sobrepasan el 10%. En cuanto a su capacidad de intercambio catiónico, las rendzinas cafés alcanzan poco más de 40 meq/100 g, mientras que la ocupación de ésta con bases intercambiables es ligeramente inferior al 100%. No obstante son suelos ricos en calcio y magnesio (31.3 y 10.2 meq/100 g respectivamente), su reacción al HCl es generalmente nula. Tal vez esto se deba a que no existen carbonatos de calcio libres en el perfil, a causa de un mayor grado de lixiviación, lo cual coincide con el dato relativo a su saturación de bases.

Por su parte, las rendzinas rojas son conocidas con el término *Chac lu'um*, que significa *tierra roja*. Se encuentran en los terrenos planos circundantes a las prominencias, en coexistencia con las rendzinas cafés descritas antes, y cuyas diferencias son debidas, probablemente, a efectos topográficos muy localizados. Son de textura media también, aunque muestran el menor desarrollo estructural de los tres. Por otro lado, el pH se ubica ligeramente por encima de la neutralidad y la materia orgánica decrece hasta valores de 6%; asimismo, la capacidad de intercambio catiónico se desplaza entre 30 y 35 meq/100 g, con un notable descenso del porcentaje de saturación con bases hasta poco menos de 80, destacándose una disminución simultánea en el contenido de calcio y magnesio.

Hasta donde se ha podido observar, las tres variantes de rendzina que han sido descritas, guardan entre sí algunas relaciones que parece oportuno comentar. Primero, que el color es una característica indicadora de algunas diferencias que pueden ser de importancia, debido a que se correlaciona directamente con la posición del suelo en el paisaje. Segundo, que el pH tiende a disminuir en razón directa al color del suelo, siendo las rendzinas negras las más alcalinas y las rojas casi neutras. Esto se relaciona en el mismo sentido con el porcentaje de saturación con bases, que disminuye conforme el pH tiende a la neutralidad, y que de manera empírica la intensidad de la reacción de la matriz del suelo al contacto con el HCl es un claro indicador de tales condiciones. Como se ha visto, mientras que en las rendzinas negras esta reacción es muy fuerte, en las rojas no se aprecia en absoluto. En conclusión, puede señalarse que la posición del perfil sobre el relieve tiene un efecto modificador de la cantidad de agua que recibe el suelo y de la que percola a través del perfil y, en consecuencia, de toda una serie de características y condiciones que hacen notablemente diferentes a unos de otros,

tanto en su composición como en su comportamiento cuando son utilizados con propósitos agrícolas.

En ese sentido, puede mencionarse que desde una perspectiva muy general, las rendzinas negras (*Box-lu'urn* o *Pus-lu'um*) son las mejores, sobre todo por su elevado nivel de fertilidad natural, lo mismo que su capacidad de retención de humedad, mientras que las cafés y rojas (*Kancab* y *Chac-lu'um*), en este orden, ocupan las posiciones menos favorables. Sin embargo, cada sistema agrícola tiene sus particularidades, y sus requerimientos técnicos y biológicos pueden satisfacerse de diversas formas y en distintos momentos.



**Figura IV.7.** Tipos de suelos presentes en el sistema ambiental.

#### IV.2.1.4. HIDROLOGÍA

Actualmente, la Comisión Nacional del Agua delimita el territorio mexicano en 37 regiones hidrológicas.

La región hidrológica 32 se conforma a su vez de dos cuencas: A) Cuenca Quintana Roo y B) Cuenca Yucatán, que abarcan superficies de los estados de Yucatán (69% de la subregión), Campeche (10.34%) y Quintana Roo (20.65%). Comprende los municipios de Yucatán (106),

los municipios de Calkiní, Hecelchakán y de Campeche. En Quintana Roo abarca los municipios de Benito Juárez, Cozumel, Solidaridad, Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas.

### HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

En el estado de la parte Norte de la Península de Yucatán la hidrología superficial es efímera y, sobre todo, dependiente de la dinámica de las aguas subterráneas puesto que aún en los múltiples casos de acuíferos con exposición a cielo abierto, éstos no son otra cosa que resurgimientos del propio manto freático, a causa de depresiones que interceptan su nivel o de hundimientos de las bóvedas de lo que fueron recintos ocupados por antiguos acuíferos subterráneos.

La recarga de origen pluvial es del orden de 9% de la precipitación media anual (BGS y otros, 1995). La evaporación potencial media es de 2255 mm/a. Las pérdidas de agua, que incluyen la evapotranspiración, interceptación por la vegetación y retención en el terreno y en la zona vadosa, representan 80% de la precipitación anual (SARH, 1989). Las variaciones naturales en la disponibilidad del agua pueden deberse tanto a los efectos de la estacionalidad que está regida primordialmente por los eventos de precipitación pluvial, como a variaciones en la distribución espacial y disponibilidad del agua que es dependiente de la profundidad y tipo de suelo.

En la franja costera del norte de la Península de Yucatán, el acuífero continental se mantiene confinado por una capa subterránea impermeable de naturaleza caliza, denominada caliche. De esta forma, el acuífero confinado aflora en los cenotes y manantiales costeros, en aquellos puntos donde esta barrera se encuentra rota, es alrededor de estos afloramientos donde se localizan los petenes.



**Figura IV.8.** Diagrama conceptual de las principales características de las lagunas costeras de la Península de Yucatán.

Sin embargo, de acuerdo a las delimitaciones realizadas de la hidrografía, donde se obtuvo los diferentes tipos de cuerpos de agua de la región, el polígono del proyecto no posee cuerpos de agua superficiales naturales, sin embargo, colinda con un banco de extracción en húmedo, el cual posee cuerpos de agua artificiales originados por la explotación bajo freático.

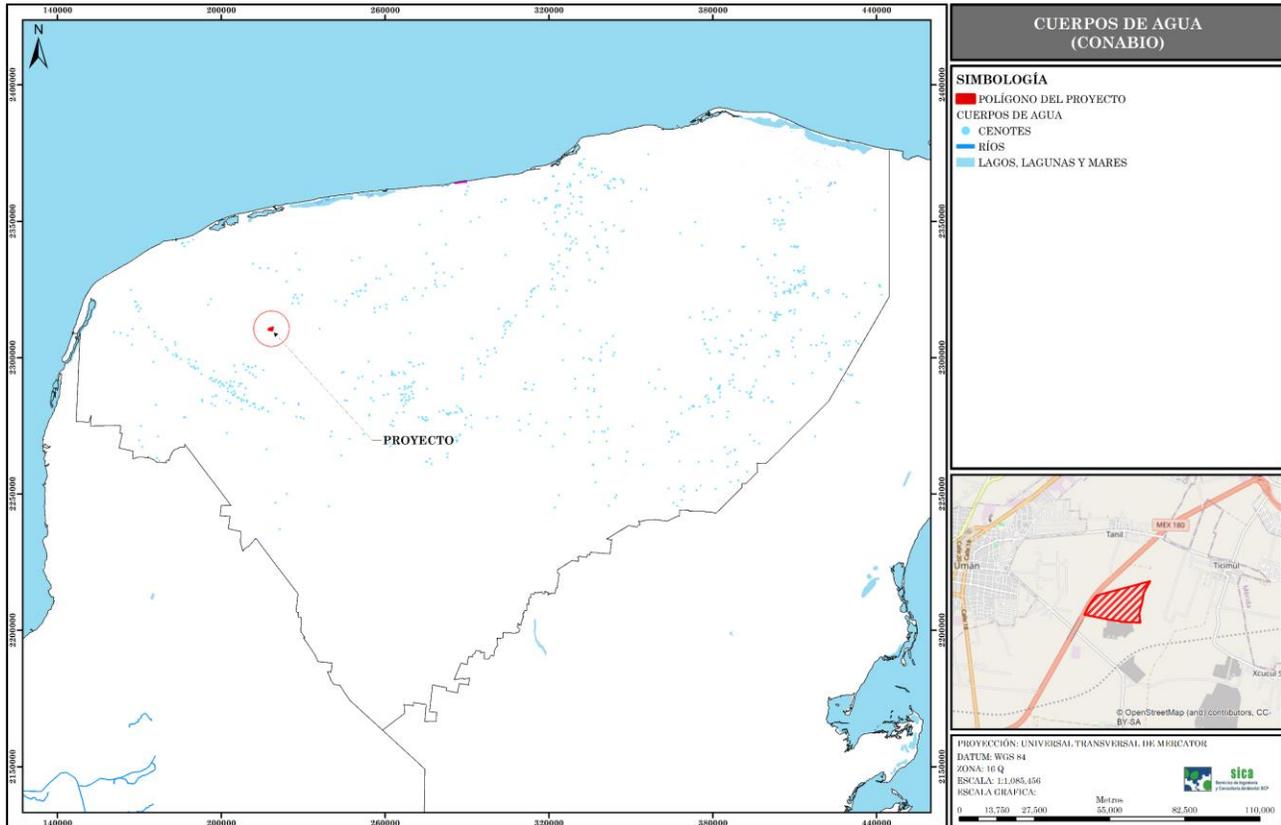


Figura IV.9. Hidrografía de la Cuenca Yucatán donde se encuentra inmersa el área de estudio.

### HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Debido a la gran permeabilidad y a su morfología se presenta un acuífero calizo con un nivel cercano a la superficie en casi toda la zona. El acuífero formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral tiene un espesor medio de 150 m; está limitado inferiormente por rocas arcillosas de baja permeabilidad como margas y lutitas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de una franja de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos.

El flujo de agua subterránea en la península es a través de fracturas y conductos de disolución que se encuentran a diferentes profundidades del subsuelo. Se tiene que el flujo de agua

subterránea en la península, es del centro de la península hacia las costas presentando un comportamiento radial hacia las costas. Generalizando, se puede decir que la dirección es de sur a norte, noreste y noroeste.

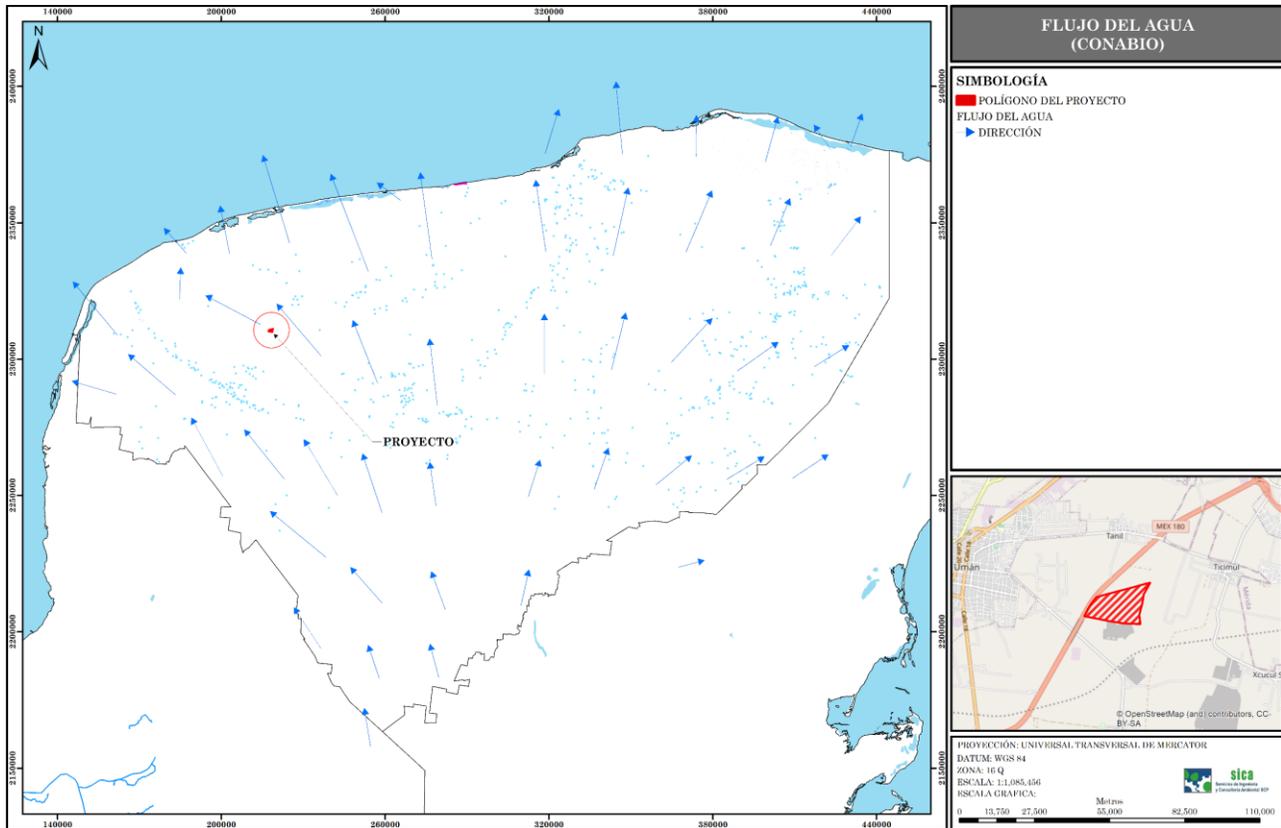


Figura IV. 10. Mapa del flujo de agua subterráneo de la península de Yucatán.

## ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Con respecto a la calidad del agua subterránea, Pacheco *et al.*, (2004) realizaron un diagnóstico en los pozos de extracción de las 106 cabeceras municipales de Yucatán, evaluando la calidad química y bacteriológica del agua subterránea. Los parámetros fueron comparados con los límites permisibles reportados por las normas oficiales. De manera general, la calidad química del agua subterránea con fines de abastecimiento en los sistemas municipales es aceptable para la mayoría de los municipios, ya que, de los 22 parámetros químicos estudiados, solo cinco (nitratos, cloruros, sodio, dureza total y cadmio) excedieron los límites máximos permisibles por la Norma (NOM-127-SSA1-1994), sin embargo, la calidad bacteriológica no es aceptable. Esto se debe a que la naturaleza fisurada del subsuelo hace que el movimiento del agua hacia el nivel freático sea más rápido por lo que la zona insaturada (o vadosa) casi no tiene capacidad de atenuación, en especial, en lo que se refiere a la contaminación microbiológica, ya que la apertura de las fisuras es mayor que los microorganismos patógenos (Pacheco *et al.*, 2004).

## IDENTIFICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA

Considerando un radio de 1,000 metros, no se encontró ningún cuerpo de agua, por lo que no se verán afectados durante las diferentes obras del proyecto.

## IV.2.2 MEDIO BIÓTICO

### IV.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE

En términos generales, se sabe que la vegetación peninsular es de tipo tropical, y que la mayor parte de su extensión está cubierta por selvas de tipo caducifolia y subcaducifolia, mientras que las selvas subperennifolias y perennifolias ocupan un área muy reducida. En el estado de Yucatán son típicas las selvas bajas caducifolia, baja caducifolia espinosa y mediana subcaducifolia, integradas por comunidades y asociaciones vegetales propias de rejolladas, cenotes, aguadas y cavernas. De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI 2018 en el predio puede encontrar una **vegetación secundaria de selva mediana caducifolia**, tal y como se observa en la figura IV.12.

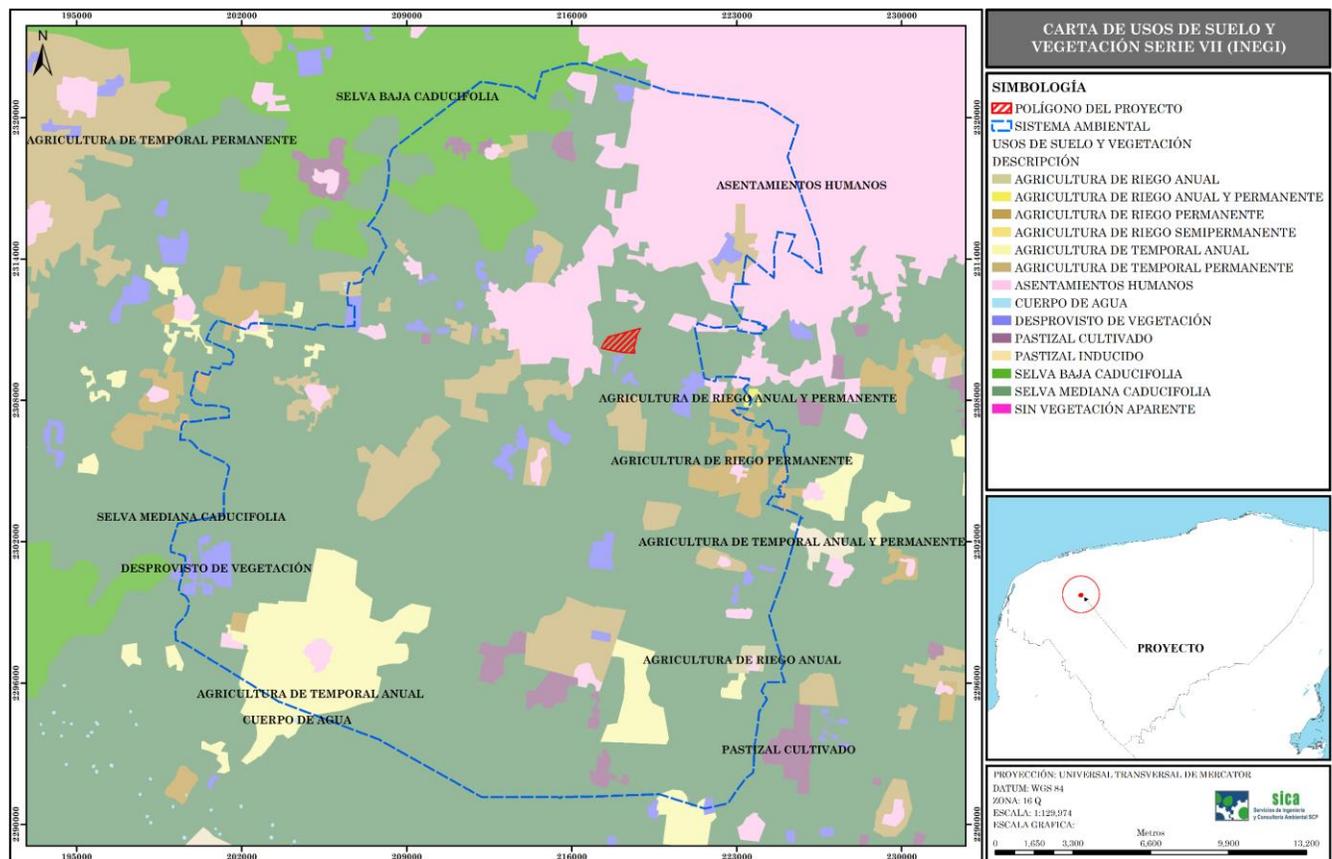


Figura IV.11. Ubicación del proyecto de acuerdo a la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII.

### TIPO DE VEGETACIÓN EN EL PREDIO

Es importante mencionar que de acuerdo a los muestreos de vegetación y al inventario forestal realizados, actualmente en el predio bajo estudio se observa que la vegetación es secundaria derivada de selva mediana caducifolia como consecuencia de diversas actividades agropecuarias del que fue en años anteriores objeto, como lo es la agricultura de temporal y ganadera; sin embargo, existen fragmentos con vegetación secundaria derivada con un buen estado de recuperación, con estructura de vegetación muy homogénea y predominantemente arbustiva-arbórea, siendo actualmente un terreno con vocación forestal.



**Fotografía IV. 1.** Zona este del predio en donde se observa la vegetación arbustiva entremezclada con especies herbáceas.



**Fotografía IV.2.** Límite sur del predio donde se observa la vegetación existente en área a desmontar y su colindancia con actual banco de materiales en operación.



**Fotografía IV.3.** Delimitación de cuadrantes de muestreo para levantamiento de datos.

## MUESTREOS FLORÍSTICO

Con la finalidad de efectuar la caracterización el estado actual que presenta la vegetación natural, la composición florística y la diversidad del mismo, se realizaron recorridos en el área del proyecto y se llevó a cabo muestreos. En total se llevó a cabo un inventario basado en el levantamiento de datos en 12 puntos de muestreo con cuadrantes de 1000 m<sup>2</sup> (20 m x 50) m para el registro de especies arbóreas e igualmente se llevaron a cabo el trazado de 12

cuadrantes de 25 m<sup>2</sup> (5 m X 5 m) para el registro de especies del estrato herbáceo y 12 cuadrantes de 100 m<sup>2</sup> (10 m X 10 m) para el registro de especies del estrato arbustivo. (Ver resultado en párrafos posteriores del presente apartado). Asimismo, se realizó una comparación de las especies identificadas dentro del predio con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

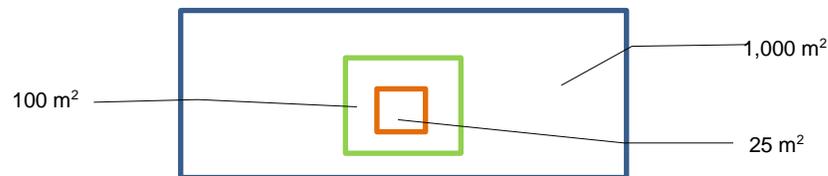
Se realizaron recorridos para el inventario florístico, con ayuda de los siguientes manuales y claves de identificación:

- ✓ La Flora de Yucatán (Standley, 1930).
- ✓ La Flora de Guatemala (Standley *et al.*, 1946-1977).
- ✓ Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán (Arellano *et al.*, 2003).
- ✓ El listado Etnoflora Yucatanense (Sosa *et al.*, 1985).

Durante los recorridos de campo y con base en el apoyo bibliográfico y el conocimiento previo de los especialistas en botánica, se elaboró un listado en el cual se incluyeron las especies observadas directamente, mismas que fueron identificadas en campo al menos hasta el nivel de género; cuando no fue posible la identificación en campo, los ejemplares fueron colectados para su posterior reconocimiento.

### UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Cada sitio se referenció registrando el punto de muestreo con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q, se registraron todas las especies posibles presentes en el área del proyecto, y se clasificaron en tres estratos: Herbáceas, Arbustos y Arbóreas. Se realizó una comparación de las especies identificadas con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



. Esquema de los cuadrantes realizados.

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo del predio:

**Tabla IV. 2.** Coordenadas de los sitios de muestreo (UTM, zona 16Q).

| CUADRANTE | VÉRTICE | X           | Y            |
|-----------|---------|-------------|--------------|
| 1         | 1       | 217525.3624 | 2310279.6721 |
|           | 2       | 217524.9177 | 2310299.6671 |
|           | 3       | 217574.9053 | 2310300.7789 |
|           | 4       | 217575.3500 | 2310280.7838 |
|           | 1       | 217525.3624 | 2310279.6721 |
| 2         | 1       | 217822.8047 | 2310269.8722 |
|           | 2       | 217823.4231 | 2310289.8627 |
|           | 3       | 217873.3992 | 2310288.3167 |
|           | 4       | 217872.7808 | 2310268.3262 |
|           | 1       | 217822.8047 | 2310269.8722 |
| 3         | 1       | 218206.7976 | 2310232.1134 |
|           | 2       | 218208.4837 | 2310252.0422 |
|           | 3       | 218258.3057 | 2310247.8270 |
|           | 4       | 218256.6196 | 2310227.8982 |
|           | 1       | 218206.7976 | 2310232.1134 |
| 4         | 1       | 218538.5251 | 2310153.6399 |
|           | 2       | 218539.0084 | 2310173.6341 |
|           | 3       | 218588.9938 | 2310172.4258 |
|           | 4       | 218588.5105 | 2310152.4317 |
|           | 1       | 218538.5251 | 2310153.6399 |
| 5         | 1       | 218556.7245 | 2310448.5499 |
|           | 2       | 218556.0756 | 2310468.5394 |
|           | 3       | 218606.0493 | 2310470.1617 |
|           | 4       | 218606.6982 | 2310450.1722 |
|           | 1       | 218556.7245 | 2310448.5499 |
| 6         | 1       | 218229.5012 | 2310493.5628 |
|           | 2       | 218232.9974 | 2310513.2548 |
|           | 3       | 218282.2275 | 2310504.5143 |
|           | 4       | 218278.7313 | 2310484.8222 |
|           | 1       | 218229.5012 | 2310493.5628 |
| 7         | 1       | 217930.8172 | 2310464.4255 |
|           | 2       | 217929.5169 | 2310484.3832 |
|           | 3       | 217979.4112 | 2310487.6339 |
|           | 4       | 217980.7114 | 2310467.6762 |
|           | 1       | 217930.8172 | 2310464.4255 |
| 8         | 1       | 217608.6504 | 2310453.7316 |

| CUADRANTE | VÉRTICE | X           | Y            |
|-----------|---------|-------------|--------------|
|           | 2       | 217609.7837 | 2310473.6995 |
|           | 3       | 217659.7034 | 2310470.8662 |
|           | 4       | 217658.5701 | 2310450.8984 |
|           | 1       | 217608.6504 | 2310453.7316 |
| 9         | 1       | 217701.4076 | 2310627.1160 |
|           | 2       | 217702.1005 | 2310647.1040 |
|           | 3       | 217752.0705 | 2310645.3719 |
|           | 4       | 217751.3776 | 2310625.3839 |
|           | 1       | 217701.4076 | 2310627.1160 |
| 10        | 1       | 218048.0495 | 2310735.3151 |
|           | 2       | 218048.3686 | 2310755.3126 |
|           | 3       | 218098.3623 | 2310754.5148 |
|           | 4       | 218098.0432 | 2310734.5174 |
|           | 1       | 218048.0495 | 2310735.3151 |
| 11        | 1       | 218378.9325 | 2310825.1745 |
|           | 2       | 218380.5193 | 2310845.1115 |
|           | 3       | 218430.3616 | 2310841.1445 |
|           | 4       | 218428.7749 | 2310821.2076 |
|           | 1       | 218378.9325 | 2310825.1745 |
| 12        | 1       | 218668.0363 | 2310880.6607 |
|           | 2       | 218666.9817 | 2310900.6328 |
|           | 3       | 218716.9122 | 2310903.2693 |
|           | 4       | 218717.9668 | 2310883.2971 |
|           | 1       | 218668.0363 | 2310880.6607 |

En la siguiente figura se muestra la distribución de los sitios de muestre en el predio.



SITIOS DE MUESTREO

PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR  
DATUM: WGS 84  
ESCALA: 1:5,854  
ESCALA GRAFICA:

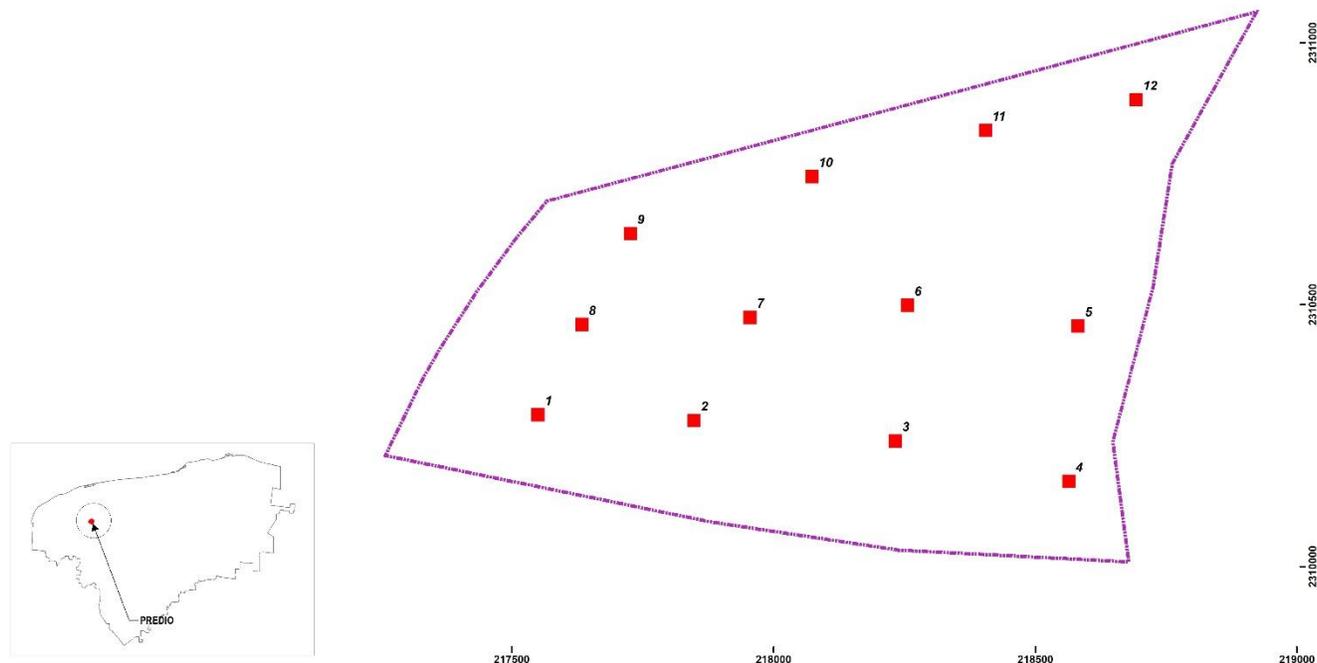


Figura IV. 12. Distribución de los sitios de muestreo

## Resultado de los muestreos realizados

### Listado de especies registradas

En los sitios de muestreo se registraron 20 familias, 43 géneros y 46 especies, a continuación, se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

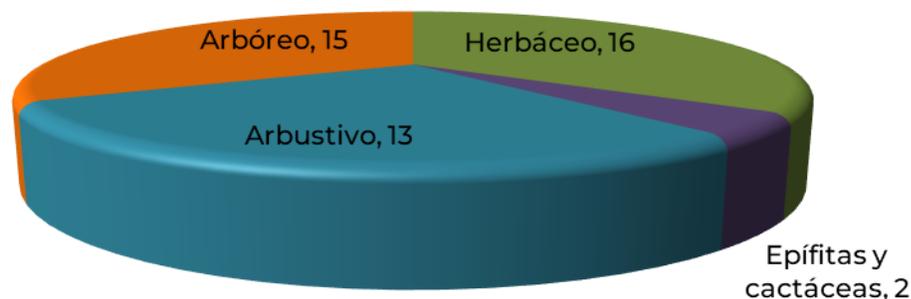
Tabla IV. 3. Listado de especies registradas.

| FAMILIA        | GENERO      | NOMBRE CIENTÍFICO           | NOMBRE COMÚN  | FORMA DE VIDA        | DISTRIBUCIÓN | NOM-SEMARNAT-2010 |
|----------------|-------------|-----------------------------|---------------|----------------------|--------------|-------------------|
| Acanthaceae    | Aphelandra  | <i>Aphelandra scabra</i>    | Chak anal     | Herbácea             | Nativa       | -                 |
| Acanthaceae    | Elytraria   | <i>Elytraria imbricata</i>  | Kabal xaan    | Herbácea             | Nativa       | -                 |
| Acanthaceae    | Tetramerium | <i>Tetramerium nervosum</i> | Aka' xiiw     | Herbácea             | Nativa       | -                 |
| Asparagaceae   | Agave       | <i>Agave fourcroydes</i>    | Sak kij       | Herbácea             | Nativa       | -                 |
| Asteraceae     | Melanthera  | <i>Melanthera nivea</i>     | Levisa xiiw   | Herbácea             | Nativa       | -                 |
| Bromeliaceae   | Bromelia    | <i>Bromelia karatas</i>     | Piñuela       | Epífitas y cactáceas | Nativa       | -                 |
| Burseraceae    | Bursera     | <i>Bursera simaruba</i>     | Chak chakaj   | Arbórea              | Nativa       | -                 |
| Cactaceae      | Opuntia     | <i>Opuntia gaumeri</i>      | Pak'am        | Epífitas y cactáceas | Endémica     | -                 |
| Convolvulaceae | Ipomoea     | <i>Ipomoea heterodoxa</i>   | Ya'ax ka'anil | Herbácea             | Nativa       | -                 |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
PARTICULAR MODALIDAD-A

| FAMILIA        | GENERO          | NOMBRE CIENTÍFICO                 | NOMBRE COMÚN   | FORMA DE VIDA | DISTRIBUCIÓN | NOM-SEMARNAT-2010 |
|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|---------------|--------------|-------------------|
| Dioscoreaceae  | Dioscorea       | <i>Dioscorea convolvulacea</i>    | Makal k'uch    | Herbácea      | Nativa       | -                 |
| Ebenaceae      | Diospyros       | <i>Diospyros anisandra</i>        | K'aakalche'    | Arbustiva     | Endémica     | -                 |
| Euphorbiaceae  | Cnidoscopus     | <i>Cnidoscopus souzae</i>         | Ts'iim         | Arbustiva     | Endémica     | -                 |
| Euphorbiaceae  | Croton          | <i>Croton humilis</i>             | lik aban       | Arbustiva     | Nativa       | -                 |
| Euphorbiaceae  | Jatropha        | <i>Jatropha gaumeri</i>           | Pomol che'     | Arbórea       | Endémica     | -                 |
| Euphorbiaceae  | Tragia          | <i>Tragia yucatanensis</i>        | P'oop'ox       | Herbácea      | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Vachellia       | <i>Vachellia collinsii</i>        | Subin che'     | Arbustiva     | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Bauhinia        | <i>Bauhinia divaricata</i>        | Ts' ulub took' | Arbustiva     | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Cenostigma      | <i>Cenostigma gaumeri</i>         | Kitim che'     | Arbórea       | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Chamaecrista    | <i>Chamaecrista flexuosa</i>      | Bu'ulch'ich    | Herbácea      | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Chloroleucon    | <i>Chloroleucon mangense</i>      | Ya' ax eek'    | Arbórea       | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Desmodium       | <i>Desmodium tortuosum</i>        | Bul'ul k'aax   | Herbácea      | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Havardia        | <i>Havardia albicans</i>          | Chukum         | Arbórea       | Endémica     | -                 |
| Fabaceae       | Leucaena        | <i>Leucaena leucocephala</i>      | Waxim          | Arbórea       | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Lonchocarpus    | <i>Lonchocarpus punctatus</i>     | Baal che'      | Arbórea       | Endémica     | -                 |
| Fabaceae       | Lonchocarpus    | <i>Lonchocarpus rugosus</i>       | K'anasín       | Arbórea       | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Lysiloma        | <i>Lysiloma latiliquum</i>        | Tsalam         | Arbórea       | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Mimosa          | <i>Mimosa bahamensis</i>          | Sak káatsim    | Arbustiva     | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Piscidia        | <i>Piscidia piscipula</i>         | Ja'abin        | Arbórea       | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Senegalia       | <i>Senegalia gaumeri</i>          | Box katsim     | Arbórea       | Endémica     | -                 |
| Fabaceae       | Senegalia       | <i>Senegalia riparia</i>          | Kaatsim        | Arbustiva     | Nativa       | -                 |
| Fabaceae       | Senna           | <i>Senna racemosa</i>             | K'an lool      | Arbórea       | Nativa       | -                 |
| Malvaceae      | Abutilon        | <i>Abutilon permolle</i>          | Sak xiiw       | Herbácea      | Nativa       | -                 |
| Malvaceae      | Ceiba           | <i>Ceiba schottii</i>             | Piin           | Arbórea       | Endémica     | -                 |
| Malvaceae      | Waltheria       | <i>Waltheria indica</i>           | Sak mis bil    | Herbácea      | Nativa       | -                 |
| Menispermaceae | Cissampelos     | <i>Cissampelos pareira</i>        | Sak xiiw       | Herbácea      | Nativa       | -                 |
| Poaceae        | Lasiacis        | <i>Lasiacis divaricata</i>        | Siit           | Herbácea      | Nativa       | -                 |
| Polygonaceae   | Gymnopodium     | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | Ts'iits'ilche' | Arbustiva     | Nativa       | -                 |
| Polygonaceae   | Neomillspaughia | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | Sak iitsa'     | Arbustiva     | Endémica     | -                 |
| Rhamnaceae     | Colubrina       | <i>Colubrina greggii</i>          | Puukin         | Arbustiva     | Endémica     | -                 |
| Rubiaceae      | Guettarda       | <i>Guettarda elliptica</i>        | Subin t'eel    | Arbustiva     | Nativa       | -                 |
| Rubiaceae      | Morinda         | <i>Morinda royoc</i>              | Hoyoc          | Herbácea      | Nativa       | -                 |
| Rubiaceae      | Randia          | <i>Randia aculeata</i>            | Kat ku'uk      | Arbustiva     | Nativa       | -                 |
| Rubiaceae      | Randia          | <i>Randia obcordata</i>           | Kat k'aax      | Arbustiva     | Nativa       | -                 |
| Rutaceae       | Zanthoxylum     | <i>Zanthoxylum fagara</i>         | Tank'as che'   | Arbustiva     | Nativa       | -                 |
| Sapindaceae    | Thouinia        | <i>Thouinia paucidentata</i>      | K'an chuunup   | Arbórea       | Endémica     | -                 |
| Solanaceae     | Solanum         | <i>Solanum houstonii</i>          | Kóon ya'ax iik | Herbácea      | Nativa       | -                 |

Como se observa en la siguiente figura, el estrato más representado es la herbácea, representada con 16 especies.



**Figura IV. 13.** Especies registradas en cada estrato en los sitios de muestreo.

**Tabla IV. 4.** Distribución de las especies por estrato.

| #<br>ESPECIE | NOMBRE CIENTÍFICO              | PRESENCIA Y AUSENCIA DE ESPECIES POR ESTRATO<br>(X=presencia, 0=ausencia) |                         |           |         |
|--------------|--------------------------------|---|-------------------------|-----------|---------|
|              |                                | HERBÁCEO  | EPÍFITAS Y<br>CACTÁCEAS | ARBUSTIVO | ARBÓREO |
| 1            | <i>Aphelandra scabra</i>       | X   | 0                       | 0         | 0       |
| 2            | <i>Elytraria imbricata</i>     | X   | 0                       | 0         | 0       |
| 3            | <i>Tetramerium nervosum</i>    | X   | 0                       | 0         | 0       |
| 4            | <i>Agave fourcroydes</i>       | X   | 0                       | 0         | 0       |
| 5            | <i>Melanthera nivea</i>        | X   | 0                       | 0         | 0       |
| 6            | <i>Bromelia karatas</i>        | 0   | X                       | 0         | 0       |
| 7            | <i>Bursera simaruba</i>        | 0   | 0                       | 0         | X       |
| 8            | <i>Opuntia gaumeri</i>         | 0   | X                       | 0         | 0       |
| 9            | <i>Ipomoea heterodoxa</i>      | X   | 0                       | 0         | 0       |
| 10           | <i>Dioscorea convolvulacea</i> | X   | 0                       | 0         | 0       |
| 11           | <i>Diospyros anisandra</i>     | 0   | 0                       | X         | 0       |
| 12           | <i>Cnidocolus souzae</i>       | 0   | 0                       | X         | 0       |
| 13           | <i>Croton humilis</i>          | 0   | 0                       | X         | 0       |
| 14           | <i>Jatropha gaumeri</i>        | 0   | 0                       | X         | 0       |
| 15           | <i>Tragia yucatanensis</i>     | X   | 0                       | 0         | 0       |
| 16           | <i>Vachellia collinsii</i>     | 0   | 0                       | X         | 0       |
| 17           | <i>Bauhinia divaricata</i>     | 0   | 0                       | X         | 0       |
| 18           | <i>Cenostigma gaumeri</i>      | 0   | 0                       | 0         | X       |
| 19           | <i>Chamaecrista flexuosa</i>   | X   | 0                       | 0         | 0       |
| 20           | <i>Chloroleucon mangense</i>   | 0   | 0                       | 0         | X       |

| #<br>ESPECIE                         | NOMBRE CIENTÍFICO                 | PRESENCIA Y AUSENCIA DE ESPECIES POR ESTRATO<br>(X=presencia, 0=ausencia) |                         |           |           |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------|-----------|-----------|
|                                      |                                   | HERBÁCEO  | EPÍFITAS Y<br>CACTÁCEAS | ARBUSTIVO | ARBÓREO   |
| 21                                   | <i>Desmodium tortuosum</i>        | X   | 0                       | 0         | 0         |
| 22                                   | <i>Havardia albicans</i>          | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 23                                   | <i>Leucaena leucocephala</i>      | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 24                                   | <i>Lonchocarpus punctatus</i>     | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 25                                   | <i>Lonchocarpus rugosus</i>       | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 26                                   | <i>Lysiloma latisiliquum</i>      | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 27                                   | <i>Mimosa bahamensis</i>          | 0   | 0                       | X         | 0         |
| 28                                   | <i>Piscidia piscipula</i>         | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 29                                   | <i>Senegalia gaumeri</i>          | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 30                                   | <i>Senegalia riparia</i>          | 0   | 0                       | X         | 0         |
| 31                                   | <i>Senna racemosa</i>             | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 32                                   | <i>Abutilon permolle</i>          | X   | 0                       | 0         | 0         |
| 33                                   | <i>Ceiba schottii</i>             | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 34                                   | <i>Waltheria indica</i>           | X   | 0                       | 0         | 0         |
| 35                                   | <i>Cissampelos pareira</i>        | X   | 0                       | 0         | 0         |
| 36                                   | <i>Lasiacis divaricata</i>        | X   | 0                       | 0         | 0         |
| 37                                   | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 38                                   | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 0   | 0                       | X         | 0         |
| 39                                   | <i>Colubrina greggii</i>          | 0   | 0                       | X         | 0         |
| 40                                   | <i>Guettarda elliptica</i>        | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 41                                   | <i>Morinda royoc</i>              | X   | 0                       | 0         | 0         |
| 42                                   | <i>Randia aculeata</i>            | 0   | 0                       | X         | 0         |
| 43                                   | <i>Randia obcordata</i>           | 0   | 0                       | X         | 0         |
| 44                                   | <i>Zanthoxylum fagara</i>         | 0   | 0                       | X         | 0         |
| 45                                   | <i>Thouinia paucidentata</i>      | 0   | 0                       | 0         | X         |
| 46                                   | <i>Solanum houstonii</i>          | X   | 0                       | 0         | 0         |
| <b>TOTAL DE ESPECIES POR ESTRATO</b> |                                   | <b>16</b>   | <b>2</b>                | <b>13</b> | <b>15</b> |

## METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

A continuación, se presenta la metodología utilizada para la estimación de la biodiversidad.

Para el caso de las especies registradas en el estrato herbáceo, epífitas y cactáceas fueron registrados sus valores de D1 (Diámetro mayor de la copa de la planta) y D2 (Diámetro perpendicular a D1) para el cálculo posterior de su cobertura; mientras que para los ejemplares registrados en el estrato arbustivo y arbóreo fueron medidos sus diámetros normales para el cálculo de área basal.

Como parte de los trabajos de gabinete se capturaron los registros de campo en una base de datos mediante el programa Microsoft Office Excel 2013. Posteriormente se procedió a realizar los análisis de composición (riqueza, abundancia), estructura (estimación del Valor de Importancia Relativa (VIR)) y diversidad (estimación del índice de Shannon-Wiener (H') y el índice de Pielou (J')). Los resultados más importantes fueron graficados para tener una visualización del comportamiento de las especies de flora silvestre dentro del área de estudio.

Para calcular la cobertura (superficie que cubre del suelo la copa de la planta en m<sup>2</sup>, se tomó en cuenta las mediciones de diámetro mayor y diámetro menor en sentido perpendicular, en donde el radio promedio se usa para calcular la superficie en m<sup>2</sup> que después es extrapolado a ha. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la **COBERTURA ABSOLUTA (C<sub>A</sub>) Y COBERTURA RELATIVA (C<sub>R</sub>)** de las especies presentes en el estrato herbáceo principalmente se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left( \frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2 \times \pi$$

**Dónde:**

D<sub>1</sub>= Diámetro mayor de la copa de la planta (m).

D<sub>2</sub>= Diámetro perpendicular a D<sub>1</sub> (m).

$$C_R = \frac{C_{A_i}}{\sum_n C_{A_i}} \times 100$$

Para calcular el **ÁREA BASAL ABSOLUTA (AB<sub>A</sub>) Y ÁREA BASAL RELATIVA (AB<sub>R</sub>)** de las especies arbustivas y arbóreas presentes dentro del área bajo estudio se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB_A = \left[ \sum_{a=1}^n \frac{\pi (d)^2}{4} \right] / T$$

**Dónde:**

d = Diámetro normal en cm

a = Árbol vivo, desde 1 hasta n

$$AB_R = \frac{AB_{A_i}}{\sum_n AB_{A_i}} \times 100$$

**FRECUENCIA ABSOLUTA ( $F_A$ ) Y FRECUENCIA RELATIVA ( $F_R$ ).** Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

$F_A$ =Número de cuadros en donde se encontró la especie/Número total de cuadros muestreados.

$$F_R = \frac{F_{A_i}}{\sum_{i=1}^n F_{A_i}} \times 100$$

**DENSIDAD ABSOLUTA ( $D_A$ ) Y DENSIDAD RELATIVA ( $D_R$ ).** Las fórmulas utilizadas para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

$D_A$ = Es el número de individuos de la especie área total muestreada.

$$D_R = \frac{D_{A_i}}{\sum_{i=1}^n D_{A_i}} \times 100$$

**VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA (VIR).** El VIR se obtuvo con lo siguiente:

$$VIR = AB_R + F_R + D_R$$

Para el caso de la estimación del **ÍNDICE DE SHANNON-WIENER ( $H'$ ) Y EL ÍNDICE DE PIELOU ( $J'$ )** se obtuvieron con las siguientes formulas:

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

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde  $H'_{\max} = \ln(S)$

## RESULTADOS DEL MUESTREO DE DIVERSIDAD

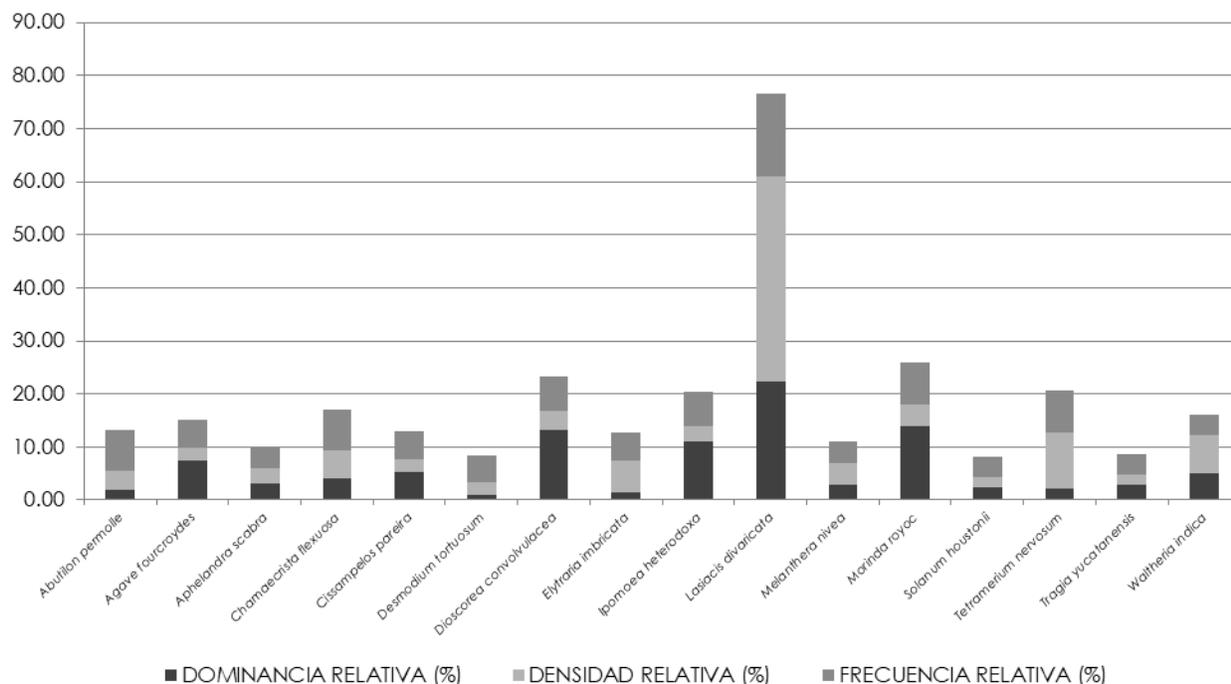
A continuación, se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en los sitios de muestreo realizados.

### Especies en el estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del predio bajo estudio se registraron 16 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

**Tabla IV. 5.** Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo.

| NOMBRE CIENTÍFICO              | COBERTURA RELATIVA (%) | DENSIDAD RELATIVA (%) | FRECUENCIA RELATIVA (%) | V. I. R.   |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|
| <i>Abutilon permolle</i>       | 1.93                   | 3.57                  | 7.79                    | 13.30      |
| <i>Agave fourcroydes</i>       | 7.53                   | 2.38                  | 5.19                    | 15.11      |
| <i>Aphelandra scabra</i>       | 3.02                   | 2.98                  | 3.90                    | 9.90       |
| <i>Chamaecrista flexuosa</i>   | 3.96                   | 5.36                  | 7.79                    | 17.11      |
| <i>Cissampelos pareira</i>     | 5.29                   | 2.38                  | 5.19                    | 12.87      |
| <i>Desmodium tortuosum</i>     | 0.89                   | 2.38                  | 5.19                    | 8.47       |
| <i>Dioscorea convolvulacea</i> | 13.23                  | 3.57                  | 6.49                    | 23.29      |
| <i>Elytraria imbricata</i>     | 1.54                   | 5.95                  | 5.19                    | 12.68      |
| <i>Ipomoea heterodoxa</i>      | 10.97                  | 2.98                  | 6.49                    | 20.44      |
| <i>Lasiacis divaricata</i>     | 22.30                  | 38.69                 | 15.58                   | 76.58      |
| <i>Melanthera nivea</i>        | 2.87                   | 4.17                  | 3.90                    | 10.94      |
| <i>Morinda royoc</i>           | 13.87                  | 4.17                  | 7.79                    | 25.83      |
| <i>Solanum houstonii</i>       | 2.48                   | 1.79                  | 3.90                    | 8.16       |
| <i>Tetramerium nervosum</i>    | 2.09                   | 10.71                 | 7.79                    | 20.60      |
| <i>Tragia yucatanensis</i>     | 2.91                   | 1.79                  | 3.90                    | 8.59       |
| <i>Waltheria indica</i>        | 5.10                   | 7.14                  | 3.90                    | 16.14      |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>100</b>             | <b>100</b>            | <b>100</b>              | <b>300</b> |



**Figura IV. 14.** Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del área de estudio.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: *Lasiacis divaricata* (76.58%), *Morinda royoc* (25.83%) y *Dioscorea convolvulacea* (23.29%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla IV. 6.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTÍFICO              | NÚMERO INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA (PI) | LN(PI)  | V=- (PI) X LN (PI) |
|--------------------------------|-------------------|--------------------------|---------|--------------------|
| <i>Abutilon permolle</i>       | 6                 | 0.0357                   | -3.3322 | 0.1190             |
| <i>Agave fourcroydes</i>       | 4                 | 0.0238                   | -3.7377 | 0.0890             |
| <i>Aphelandra scabra</i>       | 5                 | 0.0298                   | -3.5145 | 0.1046             |
| <i>Chamaecrista flexuosa</i>   | 9                 | 0.0536                   | -2.9267 | 0.1568             |
| <i>Cissampelos pareira</i>     | 4                 | 0.0238                   | -3.7377 | 0.0890             |
| <i>Desmodium tortuosum</i>     | 4                 | 0.0238                   | -3.7377 | 0.0890             |
| <i>Dioscorea convolvulacea</i> | 6                 | 0.0357                   | -3.3322 | 0.1190             |
| <i>Elytraria imbricata</i>     | 10                | 0.0595                   | -2.8214 | 0.1679             |
| <i>Ipomoea heterodoxa</i>      | 5                 | 0.0298                   | -3.5145 | 0.1046             |

| NOMBRE CIENTÍFICO           | NÚMERO INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA (PI) | LN(PI)  | V=- (PI) X LN (PI) |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------|---------|--------------------|
| <i>Lasiacis divaricata</i>  | 65                | 0.3869                   | -0.9496 | 0.3674             |
| <i>Melanthera nivea</i>     | 7                 | 0.0417                   | -3.1781 | 0.1324             |
| <i>Morinda royoc</i>        | 7                 | 0.0417                   | -3.1781 | 0.1324             |
| <i>Solanum houstonii</i>    | 3                 | 0.0179                   | -4.0254 | 0.0719             |
| <i>Tetramerium nervosum</i> | 18                | 0.1071                   | -2.2336 | 0.2393             |
| <i>Tragia yucatanensis</i>  | 3                 | 0.0179                   | -4.0254 | 0.0719             |
| <i>Waltheria indica</i>     | 12                | 0.0714                   | -2.6391 | 0.1885             |
| <b>TOTAL</b>                | <b>168</b>        |                          |         | <b>2.2427</b>      |

**Tabla IV. 7.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

| ESTRATO HERBÁCEO      |        |
|-----------------------|--------|
| RIQUEZA (S)           | 16     |
| H' CALCULADA          | 2.2427 |
| H' MÁXIMA=Ln (S)      | 2.7726 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.8089 |
| H MAX-H CAL           | 16     |

El estrato herbáceo por afectar en el predio, posee una riqueza específica de 16 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8089, con el cual se afirma la presencia de especies dominantes en este estrato es bajo.

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en nuestra área de estudio es de 2.7726 y la H' calculada es de 2.2427, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

### Especies de Epífitas y cactáceas

En estas formas de vida del predio bajo estudio se registraron dos especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

**Tabla IV. 8.** Estimación del VIR de las especies de Epífitas y cactáceas.

| NOMBRE CIENTÍFICO       | COBERTURA RELATIVA (%) | DENSIDAD RELATIVA (%) | FRECUENCIA RELATIVA (%) | V. I. R.   |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|
| <i>Bromelia karatas</i> | 96.57                  | 37.50                 | 66.67                   | 200.74     |
| <i>Opuntia gaumeri</i>  | 3.43                   | 62.50                 | 33.33                   | 99.26      |
| <b>TOTAL</b>            | <b>100</b>             | <b>100</b>            | <b>100</b>              | <b>300</b> |

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados:

**Tabla IV. 9.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las especies de Epífitas y cactáceas del predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTÍFICO       | NÚMERO INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA (PI) | LN(PI)  | V=-(PI) X LN (PI) |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|---------|-------------------|
| <i>Bromelia karatas</i> | 6                 | 0.3750                   | -0.9808 | 0.3678            |
| <i>Opuntia gaumeri</i>  | 10                | 0.6250                   | -0.4700 | 0.2938            |
| <b>TOTAL</b>            | <b>16</b>         |                          |         | <b>0.6616</b>     |

**Tabla IV. 10.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de Epífitas y cactáceas del predio bajo estudio.

| EPÍFITAS Y CACTÁCEAS  |        |
|-----------------------|--------|
| RIQUEZA (S)           | 2      |
| H' CALCULADA          | 0.6616 |
| H' MÁXIMA=Ln (S)      | 0.6931 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.9544 |

Se tiene una riqueza específica de dos especies, las cuales poseen una distribución de 0.9544, con el cual se afirma la presencia de especies dominantes en este estrato es bajo.

La máxima diversidad que puede alcanzar en nuestra área de estudio es de 0.6931 y la  $H'$  calculada es de 0.6616, lo que nos indica que nuestro estrato está cerca de alcanzar la máxima diversidad.

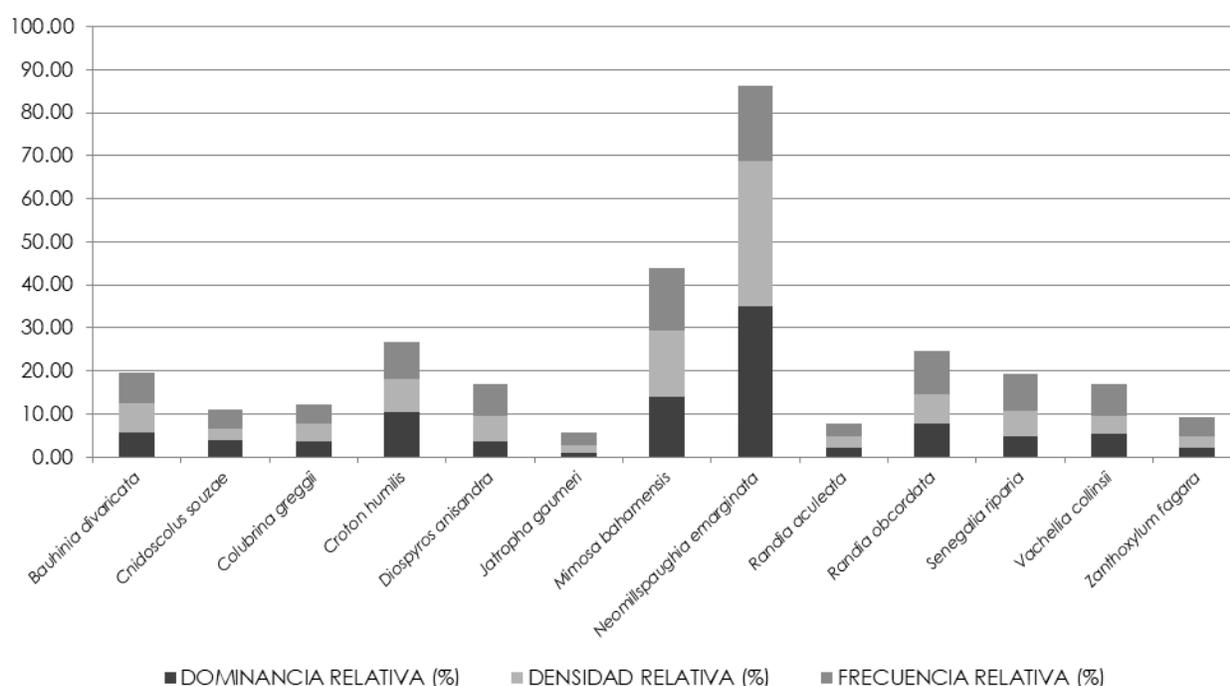
### Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 13 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla IV. 11.** Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTÍFICO          | COBERTURA RELATIVA (%) | DENSIDAD RELATIVA (%) | FRECUENCIA RELATIVA (%) | V. I. R. |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|
| <i>Bauhinia divaricata</i> | 5.65                   | 6.78                  | 7.25                    | 19.67    |
| <i>Cnidoscolus souzae</i>  | 4.07                   | 2.54                  | 4.35                    | 10.96    |
| <i>Colubrina greggii</i>   | 3.54                   | 4.24                  | 4.35                    | 12.12    |
| <i>Croton humilis</i>      | 10.47                  | 7.63                  | 8.70                    | 26.79    |
| <i>Diospyros anisandra</i> | 3.77                   | 5.93                  | 7.25                    | 16.94    |

| NOMBRE CIENTÍFICO                 | COBERTURA RELATIVA (%) | DENSIDAD RELATIVA (%) | FRECUENCIA RELATIVA (%) | V. I. R.   |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|
| <i>Jatropha gaumeri</i>           | 0.98                   | 1.69                  | 2.90                    | 5.57       |
| <i>Mimosa bahamensis</i>          | 14.08                  | 15.25                 | 14.49                   | 43.83      |
| <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 35.02                  | 33.90                 | 17.39                   | 86.30      |
| <i>Randia aculeata</i>            | 2.26                   | 2.54                  | 2.90                    | 7.70       |
| <i>Randia obcordata</i>           | 7.76                   | 6.78                  | 10.14                   | 24.68      |
| <i>Senegalia riparia</i>          | 4.74                   | 5.93                  | 8.70                    | 19.37      |
| <i>Vachellia collinsii</i>        | 5.42                   | 4.24                  | 7.25                    | 16.91      |
| <i>Zanthoxylum fagara</i>         | 2.26                   | 2.54                  | 4.35                    | 9.15       |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>100</b>             | <b>100</b>            | <b>100</b>              | <b>300</b> |



**Figura IV. 15.** Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del área de estudio.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbustivo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: *Neomillspaughia emarginata* (86.30%), *Mimosa bahamensis* (43.83%) y *Croton humilis* (26.79%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla IV. 12.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTÍFICO                 | NÚMERO INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA (PI) | LN(PI)  | V=- (PI) X LN (PI) |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|---------|--------------------|
| <i>Bauhinia divaricata</i>        | 8                 | 0.0678                   | -2.6912 | 0.1825             |
| <i>Cnidocolus souzae</i>          | 3                 | 0.0254                   | -3.6721 | 0.0934             |
| <i>Colubrina greggii</i>          | 5                 | 0.0424                   | -3.1612 | 0.1340             |
| <i>Croton humilis</i>             | 9                 | 0.0763                   | -2.5735 | 0.1963             |
| <i>Diospyros anisandra</i>        | 7                 | 0.0593                   | -2.8248 | 0.1676             |
| <i>Jatropha gaumeri</i>           | 2                 | 0.0169                   | -4.0775 | 0.0691             |
| <i>Mimosa bahamensis</i>          | 18                | 0.1525                   | -1.8803 | 0.2868             |
| <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 40                | 0.3390                   | -1.0818 | 0.3667             |
| <i>Randia aculeata</i>            | 3                 | 0.0254                   | -3.6721 | 0.0934             |
| <i>Randia obcordata</i>           | 8                 | 0.0678                   | -2.6912 | 0.1825             |
| <i>Senegalia riparia</i>          | 7                 | 0.0593                   | -2.8248 | 0.1676             |
| <i>Vachellia collinsii</i>        | 5                 | 0.0424                   | -3.1612 | 0.1340             |
| <i>Zanthoxylum fagara</i>         | 3                 | 0.0254                   | -3.6721 | 0.0934             |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>118</b>        |                          |         | <b>2.1670</b>      |

**Tabla IV. 13.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

| ESTRATO ARBUSTIVO     |        |
|-----------------------|--------|
| RIQUEZA (S)           | 13     |
| H' CALCULADA          | 2.1670 |
| H' MÁXIMA=Ln (S)      | 2.5649 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.8448 |
| H MAX-H CAL           | 13     |

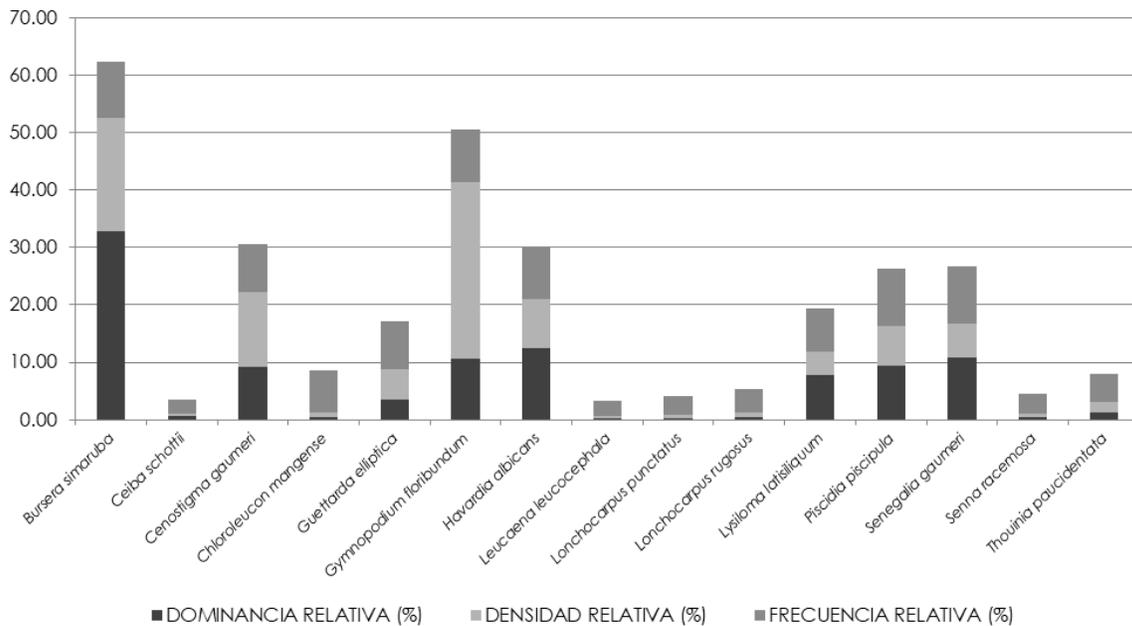
Las especies en el estrato por afectar en el predio, poseen una riqueza específica de 13 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8448, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es reducida. La máxima diversidad que puede alcanzar las especies en estrato arbustivo en nuestra área de estudio es de 2.5649 y la H' calculada es de 2.1670, lo que nos indica que nuestro estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

### Especies en el estrato arbóreo

Las especies en el estrato arbóreo registraron una riqueza específica de 15 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla IV. 14.** Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo en el predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTÍFICO              | COBERTURA RELATIVA (%) | DENSIDAD RELATIVA (%) | FRECUENCIA RELATIVA (%) | V. I. R.   |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|
| <i>Bursera simaruba</i>        | 32.72                  | 19.78                 | 9.92                    | 62.41      |
| <i>Ceiba schottii</i>          | 0.71                   | 0.28                  | 2.48                    | 3.46       |
| <i>Cenostigma gaumeri</i>      | 9.22                   | 13.07                 | 8.26                    | 30.56      |
| <i>Chloroleucon mangense</i>   | 0.42                   | 0.83                  | 7.44                    | 8.69       |
| <i>Guettarda elliptica</i>     | 3.45                   | 5.33                  | 8.26                    | 17.04      |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> | 10.71                  | 30.64                 | 9.09                    | 50.44      |
| <i>Havardia albicans</i>       | 12.38                  | 8.71                  | 9.09                    | 30.18      |
| <i>Leucaena leucocephala</i>   | 0.30                   | 0.41                  | 2.48                    | 3.20       |
| <i>Lonchocarpus punctatus</i>  | 0.27                   | 0.48                  | 3.31                    | 4.06       |
| <i>Lonchocarpus rugosus</i>    | 0.40                   | 0.76                  | 4.13                    | 5.30       |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i>   | 7.68                   | 4.22                  | 7.44                    | 19.34      |
| <i>Piscidia piscipula</i>      | 9.38                   | 6.92                  | 9.92                    | 26.21      |
| <i>Senegalia gaumeri</i>       | 10.76                  | 5.95                  | 9.92                    | 26.62      |
| <i>Senna racemosa</i>          | 0.37                   | 0.76                  | 3.31                    | 4.44       |
| <i>Thouinia paucidentata</i>   | 1.23                   | 1.87                  | 4.96                    | 8.05       |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>100</b>             | <b>100</b>            | <b>100</b>              | <b>300</b> |



**Figura IV. 16.** Valores de VIR de las especies en el estrato arbóreo encontrado dentro del área de estudio.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: *Bursera simaruba* (62.41%), *Gymnopodium floribundum* (50.44%) y *Cenostigma gaumeri* (30.56%).

Por otro lado, en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla IV. 15.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbóreo del predio bajo estudio.

| NOMBRE CIENTÍFICO              | NÚMERO INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA (PI) | LN(PI)  | V=- (PI) X LN (PI) |
|--------------------------------|-------------------|--------------------------|---------|--------------------|
| <i>Bursera simaruba</i>        | 286               | 0.1978                   | -1.6206 | 0.3205             |
| <i>Ceiba schottii</i>          | 4                 | 0.0028                   | -5.8903 | 0.0163             |
| <i>Cenostigma gaumeri</i>      | 189               | 0.1307                   | -2.0348 | 0.2660             |
| <i>Chloroleucon mangense</i>   | 12                | 0.0083                   | -4.7916 | 0.0398             |
| <i>Guettarda elliptica</i>     | 77                | 0.0533                   | -2.9328 | 0.1562             |
| <i>Gymnopodium floribundum</i> | 443               | 0.3064                   | -1.1830 | 0.3624             |
| <i>Havardia albicans</i>       | 126               | 0.0871                   | -2.4403 | 0.2126             |
| <i>Leucaena leucocephala</i>   | 6                 | 0.0041                   | -5.4848 | 0.0228             |
| <i>Lonchocarpus punctatus</i>  | 7                 | 0.0048                   | -5.3306 | 0.0258             |
| <i>Lonchocarpus rugosus</i>    | 11                | 0.0076                   | -4.8787 | 0.0371             |
| <i>Lysiloma latisiliquum</i>   | 61                | 0.0422                   | -3.1657 | 0.1335             |
| <i>Piscidia piscipula</i>      | 100               | 0.0692                   | -2.6714 | 0.1847             |
| <i>Senegalia gaumeri</i>       | 86                | 0.0595                   | -2.8222 | 0.1678             |
| <i>Senna racemosa</i>          | 11                | 0.0076                   | -4.8787 | 0.0371             |
| <i>Thouinia paucidentata</i>   | 27                | 0.0187                   | -3.9807 | 0.0743             |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>1446</b>       |                          |         | <b>2.0570</b>      |

**Tabla IV. 16.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbóreo del predio bajo estudio.

| ESTRATO ARBÓREO       |        |
|-----------------------|--------|
| RIQUEZA (S)           | 15     |
| H' CALCULADA          | 2.0570 |
| H' MÁXIMA=Ln (S)      | 2.7081 |
| EQUIDAD (J)=H / H MAX | 0.7596 |
| H MAX-H CAL           | 15     |

Las especies en el estrato arbóreo por afectar en el predio, poseen una riqueza específica de 15 especies, las cuales poseen una distribución de 0.7596, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes.

La máxima diversidad que puede alcanzar las especies en estrato arbóreo en nuestra área de estudio es de 2.7081 y la H' calculada es de 2.0570, lo que nos indica que nuestro estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

- Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia.

### **Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

No se registraron en área del predio especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### **Especies endémicas.**

En el área bajo estudio solamente se registró 11 especies endémicas y corresponde a *Opuntia gaumeri*, *Diospyros anisandra*, *Cnidocolus souzae*, *Jatropha gaumeri*, *Havardia albicans*, *Lonchocarpus punctatus*, *Senegalia gaumeri*, *Ceiba schottii*, *Neomillspaughia emarginata*, *Colubrina greggii* y *Thouinia paucidentata*.

## **CONCLUSIONES**

- La superficie del polígono bajo estudio donde se llevará a cabo el desarrollo del proyecto, corresponde a una zona anteriormente en donde se han realizado en el pasado actividades agropecuarias, el estado de conservación de la vegetación se considera medio.
- Las especies endémicas encontradas son comunes para la zona.
- El proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona.
- No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación.

### **IV.2.2.2. FAUNA TERRESTRE**

En este apartado se presentan los resultados obtenidos del estudio faunístico realizado en el Sistema Ambiental (SA) delimitado para el presente estudio, así como para los muestreos realizados dentro del polígono del proyecto.

El trabajo de campo se realizó en dos épocas del año considerado la temporada de lluvia en los meses de septiembre y octubre del 2022 y durante los meses de sequía correspondiente a

los meses de enero y febrero del 2023, y cuya duración fue de 20 días para ambas temporadas.

Se seleccionaron sitios con características semejantes a las que se encuentran en el área del del proyecto, es decir, sitios con vegetación de selva mediana caducifolia en diferentes estados de sucesión, así como aquellos fragmentos con influencia de áreas agropecuarias, condiciones que prevalecen en el área del SA.

Dichas visitas tuvieron como objetivo la toma de datos sobre presencias y abundancias de la fauna silvestre, así como generar información de base que permita analizar la composición actual de las comunidades de fauna silvestre presentes tanto en el sistema como en el polígono del proyecto.

Lo anterior nos permite obtener información robusta y al mismo tiempo nos permitirá una comparación válida de la información. De esta manera se podrá comprender el posible impacto sobre las comunidades de fauna silvestre en el área del polígono del proyecto con respecto a las condiciones que prevalecen al interior del SA.

En adición a lo anterior, se realizó un listado potencial de los mismos grupos para la zona basado en registros anteriores realizados por diferentes grupos de investigación.

#### **IV.2.2.2.1. METODOLOGÍA DE MUESTREO PARA CADA GRUPO DE FAUNA**

##### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Como primera aproximación se realizó una revisión de la literatura especializada en diferentes fuentes como son libros, revistas científicas, inventarios de fauna silvestre, programas de manejo de reservas estatales y en su caso de áreas naturales protegidas federales, así como de fichas informativas de áreas prioritarias para la conservación de fauna. Esta documentación contempla desde las descripciones de la región biogeográfica denominada Provincia biótica de la Península de Yucatán (PBPY), pasando por la información disponible a nivel estatal y concluyendo en la información específica para la región de la cuenca definida para el presente proyecto.

Como parte complementaria, y para fortalecer la información de la diversidad de especies presentes a nivel local y al interior del SA, se revisaron los registros de especies presentes en bases de datos nacionales en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (2022a), así como los registros de observaciones ubicadas en la plataforma de naturalista (Naturalista, 2022).

## **DISEÑO DE MUESTREO PARA EL TRABAJO DE CAMPO**

La determinación de los métodos, los sitios de muestreo, el número de biólogos involucrados y el tiempo necesario para llevar a cabo el estudio faunístico, se realizó con base en el análisis del ciclo biológico de las especies a estudiar, tipo de vegetación y de la cartografía del área de estudio (imagen de satélite, modelo digital de elevación y carta de uso de suelo y vegetación).

Durante cada temporada de muestreo, se implementó de manera sistemática el mismo diseño y el mismo esfuerzo para cada grupo de fauna para cumplir con los supuestos de cada método y poder analizar la información con suficiencia estadística.

El método principal utilizado fue el de conteo en transectos, el cual permite estimar la presencia, abundancia, riqueza, actividad y densidad poblacional de las especies (Buckland *et al.*, 1993; Wallace, 1999). La implementación de este método es funcional para todos los grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), además de ser de bajo costo y mantener un requerimiento de personal bajo-medio, se puede cubrir áreas extensas en poco tiempo. En esta metodología el observador camina a velocidad constante en el llamado transecto, donde se registran todos los organismos y rastros observados, este método de registro es eficaz pues al estar el observador en movimiento evita contar dos veces al mismo individuo (De la Maza *et al.*, 2013). Por su parte, el conteo de rastros de la fauna silvestre dentro del recorrido de transectos, presenta ciertas ventajas pues corresponde a métodos de fácil aplicación en el campo, no representa disturbio a los individuos, y se puede aplicar en diferentes hábitats, además de proveer registros persistentes (Aguirre-León, 2011).

El registro de las especies fue por medio de la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos medianos), auditiva (para el caso de aves y anfibios), así como por medio de registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, nidos, entre otros), los cuales se contemplaron únicamente para complementar la información de la riqueza total y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos.

Las metodologías específicas para el muestreo de cada grupo de fauna se describen a continuación:

### **MUESTREOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL**

#### **HERPETOFAUNA**

Los métodos que aquí se describen se aplican de manera general a estas dos clases de vertebrados, sin embargo, las variantes en los métodos que se utilizaron tienen que ver con los

hábitos de vida de cada grupo y las características específicas del hábitat del predio del proyecto.

La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad máxima después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resulta a menudo poco productiva. Al depender los anfibios de ambientes húmedos, muchas especies de ranas, sapos y salamandras viven asociados a cuerpos de agua, permanentes y temporales, donde pueden ser observados con mayor frecuencia (Gallina y López-González, 2011).

Por su parte, los reptiles tienen un mayor rango de actividad. La mayoría de las serpientes son de hábitos nocturnos, las iguanas y lagartijas prefieren horarios de actividad durante el día, sin embargo, todas las especies de este grupo pueden observarse en las horas luz debido a que son organismos ectotérmicos, y su temperatura corporal depende y varía con la del medio ambiente (Calderón-Mandujano *et al.*, 2009).

### **Anfibios**

Los recorridos se realizaron en los horarios crepusculares posterior a la puesta del sol entre las 19:00 y las 22:00 hrs (Casas-Andreu *et al.*, 1991 y Gallina, *et al.*, 2011), que corresponde a los horarios de mayor actividad para el grupo de anfibios. Se determinaron cinco transectos con una longitud de 1,000 m lineales y un ancho de banda definido de 10 metros (5 m por lado del transecto). La velocidad del recorrido se mantuvo constante de 30 min por cada 500 m.

Durante los recorridos se registraron los individuos observados y de ser posible sus vocalizaciones (registro auditivo de cantos para anuros).

### **Reptiles**

El horario de muestreo para especies con actividad diurna, generalmente reptiles (iguanas y lagartijas), fue de 09:00 a 13:00 hrs (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña, *et al.*, 1999). El horario para las especies con actividad nocturna se estableció a partir de las 18:00 a las 22:00 horas, este fue aplicado especialmente para los anfibios (ranas, sapos y salamandras) y serpientes (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña *et al.*, 1999).

Durante los recorridos los organismos se buscaron en los diferentes tipos de microhábitats; bajo rocas, sobre y bajo troncos, así como sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos (Casas-Andreu *et al.*, 1991), esto fue llevado a cabo en todo lo largo y ancho de cada uno de los transectos determinados, cabe señalar que al ir avanzando cada objeto movido fue nuevamente colocado en su lugar original, para evitar que los microhábitats no se alteren, y estos pudiesen ser revisados de nueva cuenta en los muestreos realizados posteriormente en el predio del proyecto.

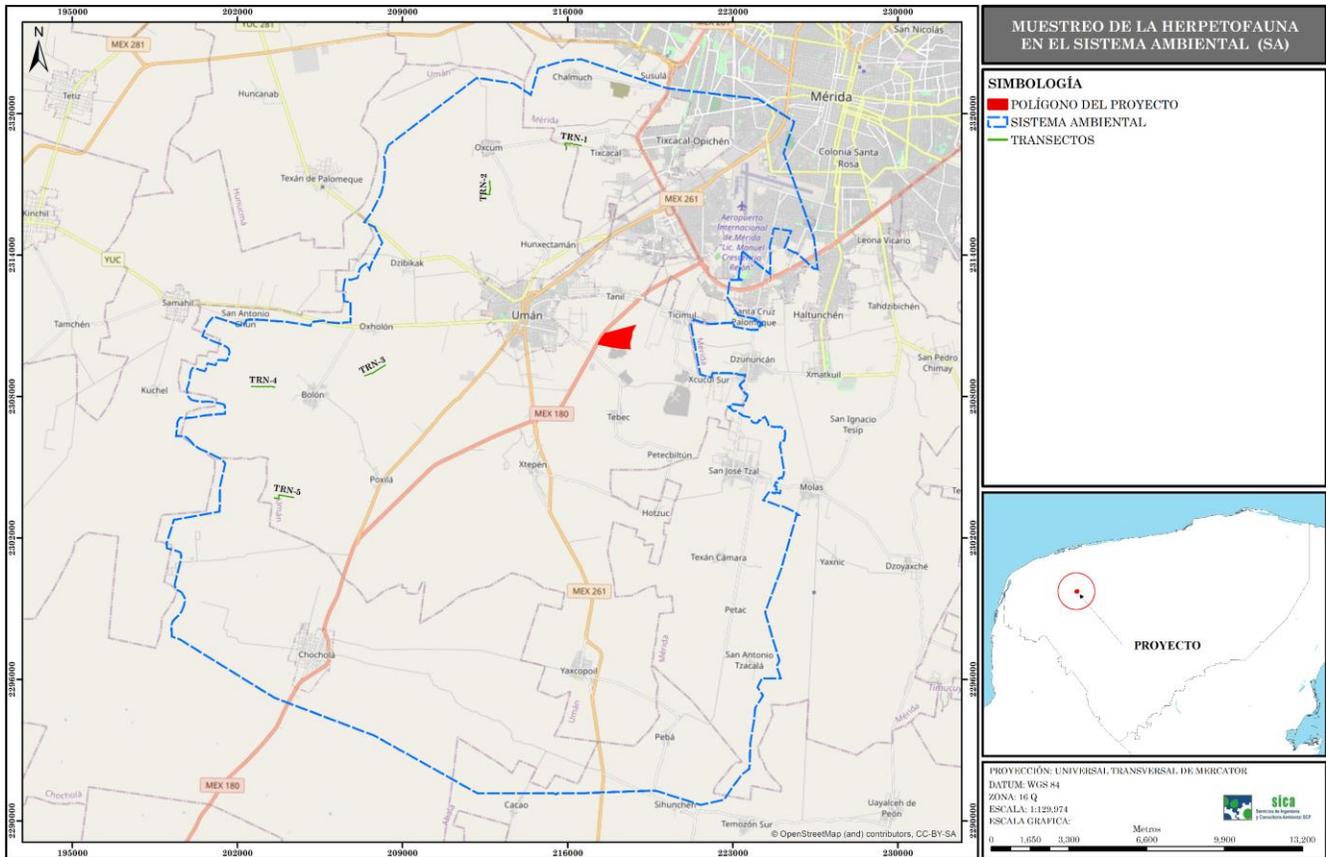


Figura IV.17. Sitios de muestreo para anfibios y reptiles en el sistema ambiental.

Coordenadas de los transectos durante todo el muestreo.

Tabla IV.17. Coordenadas de los transectos de muestreo para anfibios y reptiles.

| TRANSECTO | Inicio    |            | Final     |            |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
|           | X         | Y          | X         | Y          |
| TR-1      | 216577.36 | 2318650.33 | 215927.42 | 2318477.66 |
| TR-2      | 212694.08 | 2317154.39 | 212334.16 | 2316642.47 |
| TR-3      | 208271.32 | 2309339.81 | 207390.98 | 2308887.81 |
| TR-4      | 203581.83 | 2308398.64 | 202593.87 | 2308426.26 |
| TR-5      | 204376.63 | 2303724.95 | 203557.30 | 2303703.21 |

El esfuerzo de muestreo se midió por unidad de superficie cubierta en hectáreas (ha) durante los recorridos (# transectos x 1,000 m de longitud x 10 m de ancho) esfuerzo fue similar en cada temporada de muestreo (lluvias y secas). Durante cada temporada se realizaron dos visitas en cada transecto determinado, por lo que al final del muestreo se realizaron cuatro recorridos. En total se cubrió una superficie de 200,000 m<sup>2</sup> (20 has) tanto en el Sistema Ambiental como en el polígono del proyecto.



**Figura IV.18.** Muestréos para el registro de anfibios y reptiles.

## AVES

Los registros se realizaron de manera visual o auditiva considerando a todos los individuos que estuvieran dentro de un ancho de banda de 30 m (15 m por lado). Este ancho de banda fue definido con el fin de asegurar la identificación y el registro de todos los individuos presentes en su interior, tal como lo sugiere Wunderle (1994). Los individuos que estuvieran fuera del ancho de banda, no fueron contabilizados para estimar las abundancias, pero si se registraron para verificar la presencia de las especies e incluirlas en los listados taxonómicos.

En total se establecieron 27 transectos de 1,000 m de largo con un ancho de banda de 30 m para cada temporada (lluvias y secas). Se cubrió una distancia total de 54,000 metros lineales y abarcando un área total de 1,620,000 m<sup>2</sup> (162 ha) al interior de la CH durante las dos temporadas. Los recorridos iniciaron en las horas de mayor actividad de las aves (07:000 a 10:00 hrs y 17:000 a las 19:00 hrs).



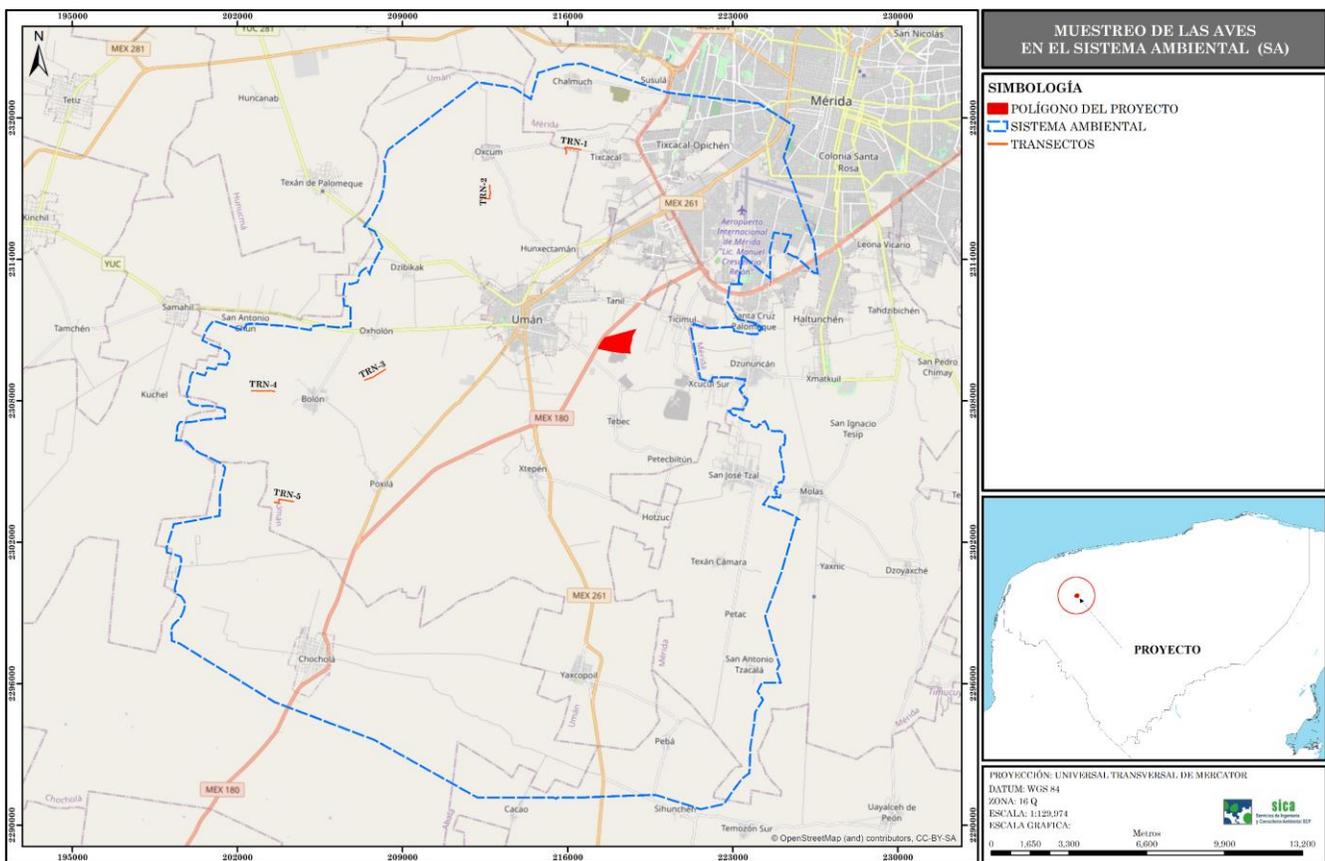
**Figura IV.19.** Recorrido de los transectos para el registro de la avifauna.

Los registros fueron efectuados por biólogos con amplio conocimiento de la avifauna de la zona, para disminuir el sesgo en las detecciones por efecto del observador, un mismo observador se encargó siempre de realizar los mismos transectos a lo largo de todo el estudio. Para la observación de aves se utilizaron binoculares Vortex (8 X 42) y Bushnell (10 X 42).

Coordenadas de los transectos durante todo el muestreo.

**Tabla IV.18.** Coordenadas de los transectos de muestreo para aves.

| TRANSECTO | Inicio    |            | Final     |            |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
|           | X         | Y          | X         | Y          |
| TR-1      | 216577.36 | 2318650.33 | 215927.42 | 2318477.66 |
| TR-2      | 212694.08 | 2317154.39 | 212334.16 | 2316642.47 |
| TR-3      | 208271.32 | 2309339.81 | 207390.98 | 2308887.81 |
| TR-4      | 203581.83 | 2308398.64 | 202593.87 | 2308426.26 |
| TR-5      | 204376.63 | 2303724.95 | 203557.30 | 2303703.21 |



**Figura IV.20.** Sitios de muestreo para aves en el sistema ambiental.

La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1995) para especies residentes y para especies migratorias (Nacional Geographic society, 1987 y Sibley, 2014). La nomenclatura empleada fue la establecida por CONABIO (2022b). La vigencia de los nombres científicos de los organismos identificados se comprobó con el listado de la American Ornithological Society (2019).

## MAMÍFEROS

Debido a la diversidad de hábitos de la mastofauna, se emplearon diferentes métodos para su estudio, los cuales fueron: transectos lineales (Bautista *et al.*, 2011; Aranda, 2012) y de forma complementaria el fototrampeo (Medellín *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2015), el establecimiento de redes de niebla para la captura de murciélagos y la colocación de trampas de captura tipo Sherman.

Como se ha señalado de manera previa, la presencia de los mamíferos de talla mediana y grande se registró mediante métodos directos (observaciones) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (2009) y Aranda (2012).

El esfuerzo de muestreo para el grupo de mamíferos medianos estuvo definido por los 27 transectos recorridos con una longitud de 1,000 m, y con un ancho de banda de 50 m (25 m por lado) considerando que más allá de los 25 m, sería difícil de observar o registrar algún individuo puesto que la vegetación es densa, especialmente en las áreas con vegetación secundaria en etapas tempranas de recuperación. En total se recorrieron 54,000 metros lineales y se cubrió un área de 2,700,000 m<sup>2</sup> o 270 hectareas al interior de la CH en cada una de las temporadas de muestreo (lluvias y secas), esto quiere decir que en cada temporada se recorrieron 27,000 m lineales y se abarco una superficie de 1,350,000 m<sup>2</sup> (135 ha). Los recorridos se realizaron de día (07:000 a 11:00 hrs).

La estimación de las abundancias y densidades se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2012). La nomenclatura taxonómica se basó en Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012). La identificación de especies se hizo con base a las guías de campo Reid, (2009) y Aranda (2012).

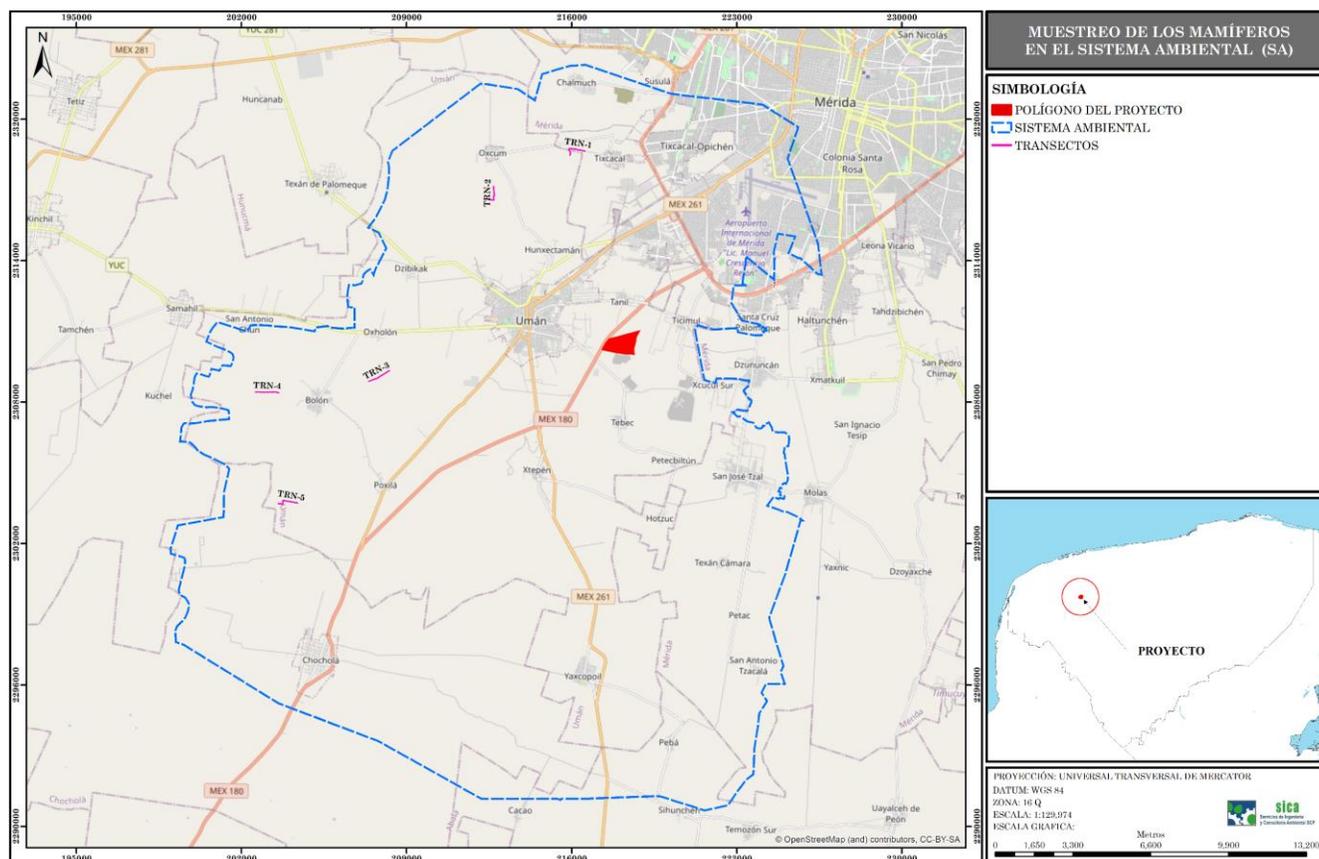


**Figura IV.21.** Recorridos realizados al interior del área de la cuenca para el muestreo de mamíferos medianos mediante la observación directa o por medio de rastros.

Coordenadas de los transectos durante todo el muestreo.

**Tabla IV.19.** Coordenadas de los transectos de muestreo para mamíferos.

| TRANSECTO | Inicio    |            | Final     |            |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
|           | X         | Y          | X         | Y          |
| TR-1      | 216577.36 | 2318650.33 | 215927.42 | 2318477.66 |
| TR-2      | 212694.08 | 2317154.39 | 212334.16 | 2316642.47 |
| TR-3      | 208271.32 | 2309339.81 | 207390.98 | 2308887.81 |
| TR-4      | 203581.83 | 2308398.64 | 202593.87 | 2308426.26 |
| TR-5      | 204376.63 | 2303724.95 | 203557.30 | 2303703.21 |



**Figura IV.22.** Sitios de muestreo para mamíferos en el sistema ambiental.

### **MUESTREO EN POLÍGONO DEL PROYECTO**

#### **HERPETOFAUNA**

Los métodos que aquí se describen se aplican de manera general a estas dos clases de vertebrados, sin embargo, las variantes en los métodos que se utilizaron tienen que ver con los hábitos de vida de cada grupo y las características específicas del hábitat del predio del proyecto.

La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad máxima después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resulta a menudo poco productiva. Al depender los anfibios de ambientes húmedos, muchas especies de ranas, sapos y salamandras viven asociados a cuerpos de agua, permanentes y temporales, donde pueden ser observados con mayor frecuencia (Gallina y López-González, 2011).

Por su parte, los reptiles tienen un mayor rango de actividad. La mayoría de las serpientes son de hábitos nocturnos, las iguanas y lagartijas prefieren horarios de actividad durante el día, sin embargo, todas las especies de este grupo pueden observarse en las horas luz debido a que son organismos ectotérmicos, y su temperatura corporal depende y varía con la del medio ambiente (Calderón-Mandujano *et al.*, 2009).

### **Anfibios**

Los recorridos se realizaron en los horarios crepusculares posterior a la puesta del sol entre las 19:00 y las 22:00 hrs (Casas-Andreu *et al.*, 1991 y Gallina, *et al.*, 2011), que corresponde a los horarios de mayor actividad para el grupo de anfibios. Se determinaron cinco transectos con una longitud de 1,000 m lineales y un ancho de banda definido de 10 metros (5 m por lado del transecto). La velocidad del recorrido se mantuvo constante de 30 min por cada 500 m.

Durante los recorridos se registraron los individuos observados y de ser posible sus vocalizaciones (registro auditivo de cantos para anuros).

### **Reptiles**

El horario de muestreo para especies con actividad diurna, generalmente reptiles (iguanas y lagartijas), fue de 09:00 a 13:00 hrs (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña, *et al.*, 1999). El horario para las especies con actividad nocturna se estableció a partir de las 18:00 a las 22:00 horas, este fue aplicado especialmente para los anfibios (ranas, sapos y salamandras) y serpientes (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña *et al.*, 1999).

Durante los recorridos los organismos se buscaron en los diferentes tipos de microhábitats; bajo rocas, sobre y bajo troncos, así como sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos (Casas-Andreu *et al.*, 1991), esto fue llevado a cabo en todo lo largo y ancho de cada uno de los transectos determinados, cabe señalar que al ir avanzando cada objeto movido fue nuevamente colocado en su lugar original, para evitar que los microhábitats no se alteren, y estos pudiesen ser revisados de nueva cuenta en los muestreos realizados posteriormente en el predio del proyecto.

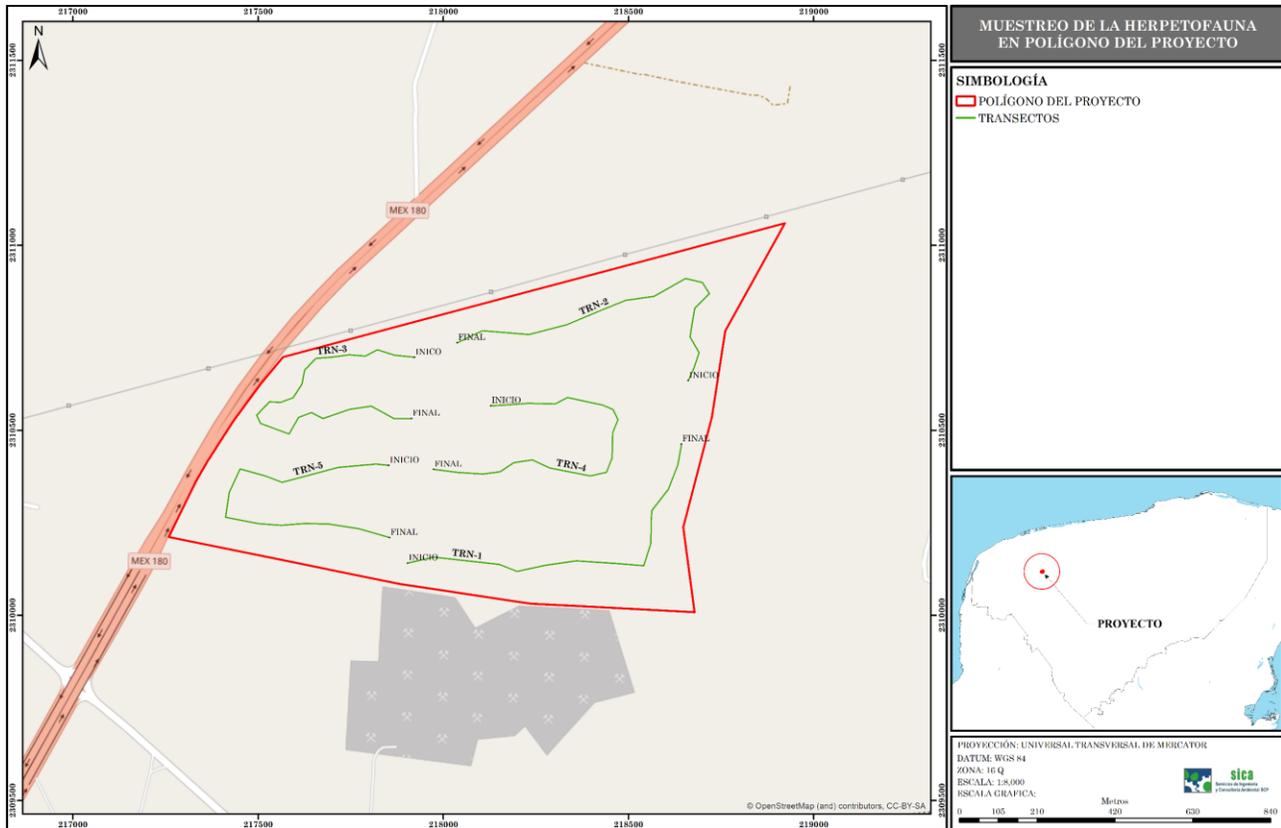


Figura IV.23. Sitios de muestreo para anfibios y reptiles dentro del polígono del proyecto.

Coordenadas de los transectos durante todo el muestreo.

Tabla IV.20. Coordenadas de los transectos de muestreo para anfibios y reptiles.

| TRANSECTO | Coordenadas inicio |            | Coordenadas fin |            |
|-----------|--------------------|------------|-----------------|------------|
|           | X                  | Y          | X               | Y          |
| TR-1      | 217904.05          | 2310141.34 | 218643.47       | 2310463.41 |
| TR-2      | 218661.57          | 2310634.56 | 218037.59       | 2310736.95 |
| TR-3      | 217922.59          | 2310697.42 | 217914.89       | 2310532.09 |
| TR-4      | 218128.41          | 2310566.64 | 217974.09       | 2310394.70 |
| TR-5      | 217853.436         | 2310405.25 | 217855.095      | 2310210.28 |

El esfuerzo de muestreo se midió por unidad de superficie cubierta en hectáreas (ha) durante los recorridos (# transectos x 1,000 m de longitud x 10 m de ancho) esfuerzo fue similar en cada temporada de muestreo (lluvias y secas). Durante cada temporada se realizaron dos visitas en cada transecto determinado, por lo que al final del muestreo se realizaron cuatro recorridos. En total se cubrió una superficie de 200,000 m<sup>2</sup> (20 has) tanto en el Sistema Ambiental como en el polígono del proyecto.

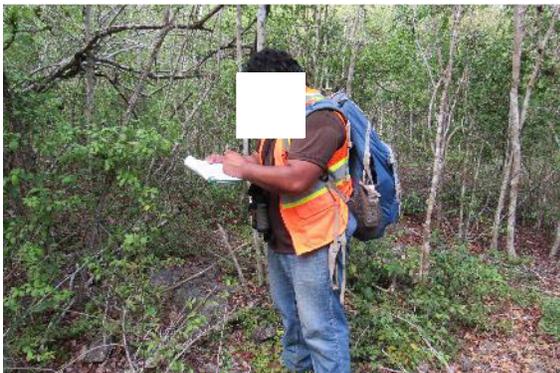


**Figura IV.24.** Recorridos diurnos para el muestreo de reptiles.

## AVES

Los registros se realizaron de manera visual o auditiva considerando a todos los individuos que estuvieran dentro de un ancho de banda de 30 m (15 m por lado). Este ancho de banda fue definido con el fin de asegurar la identificación y el registro de todos los individuos presentes en su interior, tal como lo sugiere Wunderle (1994). Los individuos que estuvieran fuera del ancho de banda, no fueron contabilizados para estimar las abundancias, pero si se registraron para verificar la presencia de las especies e incluirlas en los listados taxonómicos.

En total se establecieron 27 transectos de 1,000 m de largo con un ancho de banda de 30 m para cada temporada (lluvias y secas). Se cubrió una distancia total de 54,000 metros lineales y abarcando un área total de 1,620,000 m<sup>2</sup> (162 ha) al interior de la CH durante las dos temporadas. Los recorridos iniciaron en las horas de mayor actividad de las aves (07:000 a 10:00 hrs y 17:000 a las 19:00 hrs).



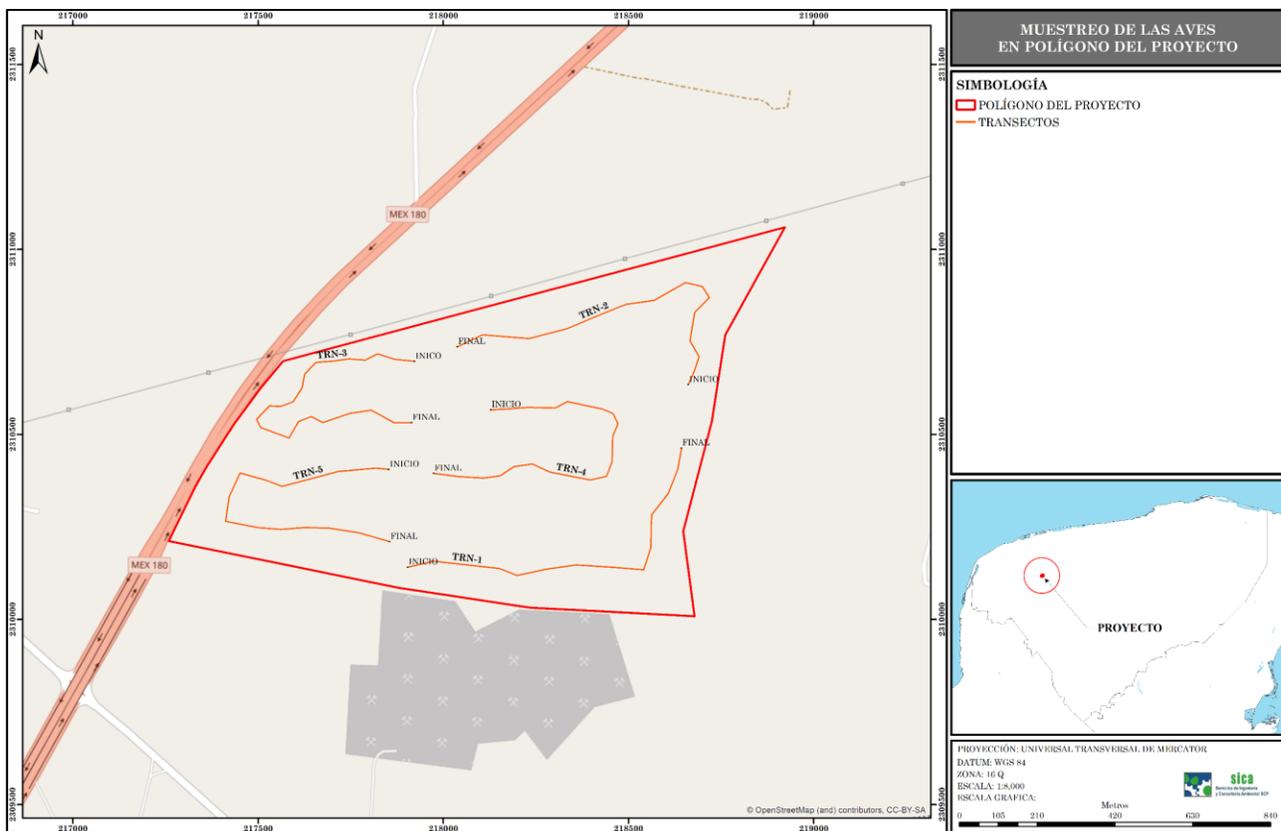
**Figura IV.25.** Recorrido de los transectos para el registro de la avifauna al interior de la cuenca.

Los registros fueron efectuados por biólogos con amplio conocimiento de la avifauna de la zona, para disminuir el sesgo en las detecciones por efecto del observador, un mismo observador se encargó siempre de realizar los mismos transectos a lo largo de todo el estudio. Para la observación de aves se utilizaron binoculares Vortex (8 X 42) y Bushnell (10 X 42).

Coordenadas de los transectos durante todo el muestreo.

**Tabla IV.21.** Coordenadas de los transectos de muestreo para aves.

| TRANSECTO | Coordenadas inicio |            | Coordenadas fin |            |
|-----------|--------------------|------------|-----------------|------------|
|           | X                  | Y          | X               | Y          |
| TR-1      | 217904.05          | 2310141.34 | 218643.47       | 2310463.41 |
| TR-2      | 218661.57          | 2310634.56 | 218037.59       | 2310736.95 |
| TR-3      | 217922.59          | 2310697.42 | 217914.89       | 2310532.09 |
| TR-4      | 218128.41          | 2310566.64 | 217974.09       | 2310394.70 |
| TR-5      | 217853.436         | 2310405.25 | 217855.095      | 2310210.28 |



**Figura IV.26.** Sitios de muestreo para aves dentro del polígono del proyecto.

La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1995) para especies residentes y para especies migratorias (National Geographic society, 1987 y Sibley, 2014). La nomenclatura empleada fue la establecida por CONABIO (2022b). La vigencia de los nombres científicos de los organismos identificados se comprobó con el listado de la American Ornithological Society (2019).

## MAMÍFEROS

Debido a la diversidad de hábitos de la mastofauna, se emplearon diferentes métodos para su estudio, los cuales fueron: transectos lineales (Bautista *et al.*, 2011; Aranda, 2012) y de forma complementaria el fototrampeo (Medellín *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2015), el establecimiento de redes de niebla para la captura de murciélagos y la colocación de trampas de captura tipo Sherman.

Como se ha señalado de manera previa, la presencia de los mamíferos de talla mediana y grande se registró mediante métodos directos (observaciones) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (2009) y Aranda (2012).

El esfuerzo de muestreo para el grupo de mamíferos medianos estuvo definido por los 27 transectos recorridos con una longitud de 1,000 m, y con un ancho de banda de 50 m (25 m por lado) considerando que más allá de los 25 m, sería difícil de observar o registrar algún individuo puesto que la vegetación es densa, especialmente en las áreas con vegetación secundaria en etapas tempranas de recuperación. En total se recorrieron 54,000 metros lineales y se cubrió un área de 2,700,000 m<sup>2</sup> o 270 hectareas al interior de la CH en cada una de las temporadas de muestreo (lluvias y secas), esto quiere decir que en cada temporada se recorrieron 27,000 m lineales y se abarco una superficie de 1,350,000 m<sup>2</sup> (135 ha). Los recorridos se realizaron de día (07:000 a 11:00 hrs).

La estimación de las abundancias y densidades se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2012). La nomenclatura taxonómica se basó en Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012). La identificación de especies se hizo con base a las guías de campo Reid, (2009) y Aranda (2012).

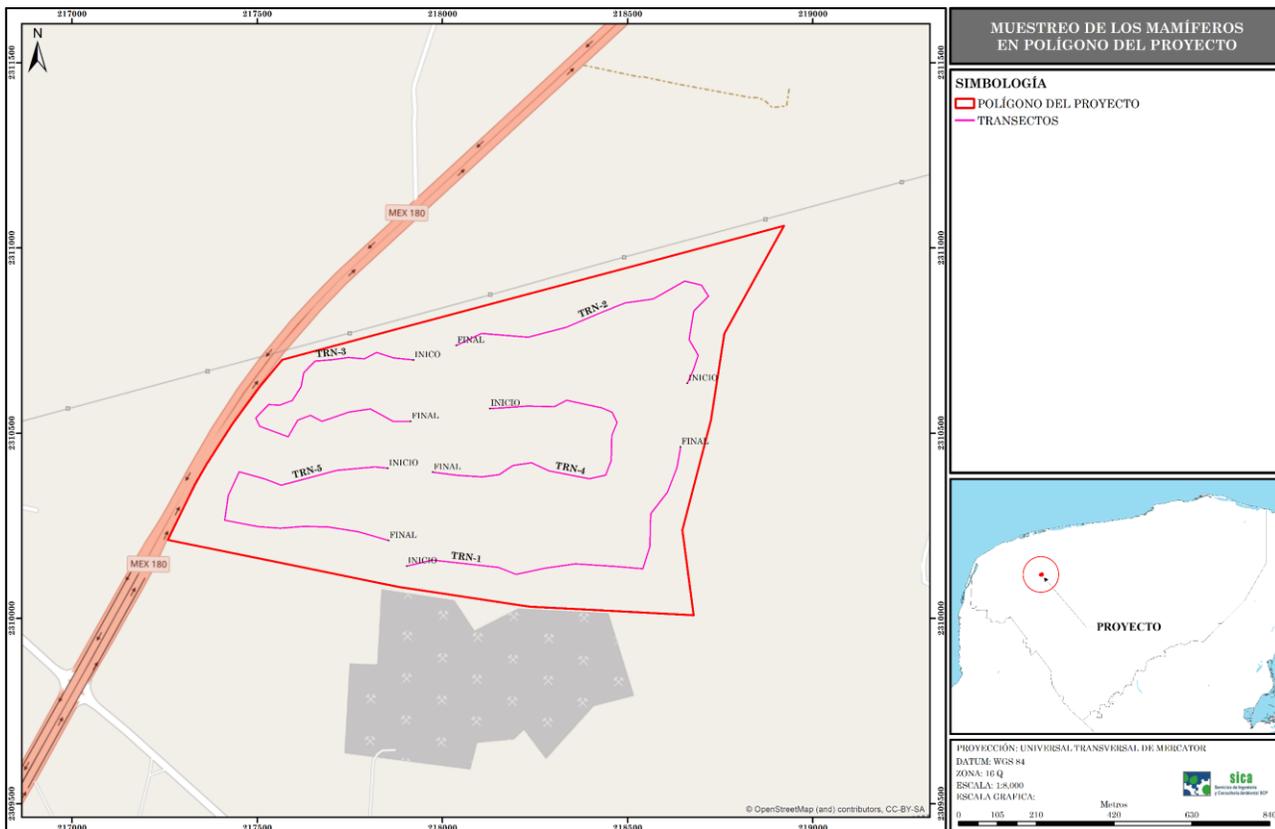


**Figura IV.27.** Recorridos realizados al interior del área de la cuenca para el muestreo de mamíferos medianos mediante la observación directa o por medio de rastros.

Coordenadas de los transectos durante todo el muestreo.

**Tabla IV.22.** Coordenadas de los transectos de muestreo para mamíferos.

| TRANSECTO | Coordenadas inicio |            | Coordenadas fin |            |
|-----------|--------------------|------------|-----------------|------------|
|           | X                  | Y          | X               | Y          |
| TR-1      | 217904.05          | 2310141.34 | 218643.47       | 2310463.41 |
| TR-2      | 218661.57          | 2310634.56 | 218037.59       | 2310736.95 |
| TR-3      | 217922.59          | 2310697.42 | 217914.89       | 2310532.09 |
| TR-4      | 218128.41          | 2310566.64 | 217974.09       | 2310394.70 |
| TR-5      | 217853.436         | 2310405.25 | 217855.095      | 2310210.28 |



**Figura IV.28.** Sitios de muestreo para mamíferos en el polígono del proyecto.

#### IV.2.2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA FAUNA SILVESTRE REGISTRADA

En adición a los datos de presencia y abundancia de los vertebrados terrestres durante las visitas de campo, se identificaron características de relevancia de cada especie que facilitaron la interpretación sobre la estructura de la fauna silvestre en dicha área. Dichas características se presentan en los apartados subsecuentes.

## ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Para la designación del estatus de conservación para cada especie se utilizó en el caso del aspecto nacional la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el caso del aspecto internacional se utilizó la Red list publicada por la IUCN. La importancia de esto reside en que ambas listas funcionan como instrumentos de conservación y establecen mediante análisis sistemáticos el riesgo que presentan las especies y sus poblaciones a la extinción en el respectivo nivel de estudio correspondiente a cada lista.

A continuación, se presenta en las siguientes tablas las categorías empleadas para cada lista.

**Tabla IV.23.** Descripción de las categorías utilizadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| Categoría                                   | Abreviatura | Descripción   |
|---|-------------|---|
| Probablemente extinta en el medio silvestre | E           | Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.   |
| En peligro de extinción                     | P           | Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. |
| Amenazadas                                  | A           | Aquellas especies, o poblaciones de estas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.   |
| Sujetas a protección especial               | Pr          | Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.  |

En el caso de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es importante aclarar que para la identificación de las categorías en las que se encontraban las especies de fauna silvestre encontradas, fue también considerada la modificación del "**ANEXO NORMATIVO III LISTA DE ESPECIES EN RIESGO DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010**" de la antes citada norma, la cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de noviembre del 2019<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019)

## DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMO DE LAS ESPECIES

El tipo de distribución que presenta cada especie se reportó con base a lo estipulado en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) por CONABIO en el cual, se acota la distribución de las especies a cuatro categorías siendo estas las siguientes y las cuales toman como referencia el límite político del país.

**Tabla IV.24.** Descripción de las categorías para la designación de tipo de distribución.

| TIPO DE DISTRIBUCIÓN | ABREVIATURA | DESCRIPCIÓN  |
|----------------------|-------------|--|
| Nativa               | N           | Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. |
| Endémica             | En          | Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.  |
| Exótica              | Ex          | Especie introducida fuera de su área de distribución original.   |
| Exótica-Invasora     | Ex-In       | Las especies exóticas se consideran invasoras cuando que se establecen, reproducen y dispersan sin control, causando daños al ecosistema, a las especies nativas, a la salud o a la economía.                                |

### IV.2.2.2.3. ANÁLISIS DE DATOS

#### EFICIENCIA DEL MUESTREO

La forma más eficiente de evaluar si se obtuvo la mayoría de las especies de los grupos de fauna es por medio de curvas de acumulación de especies. La curva de acumulación de especies representara gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es útil al momento de tener un problema de submuestreo, pues los valores extrapolados o la riqueza esperada se puede utilizar como una medida de la diversidad alfa. Es por esto que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo (Villareal, H. M. *et al.*, (2004).

Por lo que para el presente proyecto se utilizó el programa EstimateS 9.1.0 (Link de descarga: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>), la cual es una herramienta muy útil para realizar curvas de acumulación y estimaciones de la riqueza esperada de acuerdo con modelos. El orden del esfuerzo de trabajo será aleatorizado 1,000 veces, para suavizar la curva y eliminar

el sesgo del orden en el cual fueron capturadas las especies. Este programa toma los datos provenientes de sistema de muestreo estandarizado que utilizamos, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar provenientes de este mismo proceso de aleatorización.

Una vez procesados los datos del muestreo en este programa, se obtuvieron datos de número de especies observadas de acuerdo con el muestreo (Sest en el programa EstimateS); número de especies representadas por uno o dos individuos (singletons, doubletons); número de especies representadas solo en una o dos muestras (uniques, duplicates); los valores esperados de la riqueza de los diferentes estimadores (ICE, ACE, CHAO 1 y 2, Jack 1 y 2, Bootstrap, MMRuns, MMMean y Cole); y la desviación estándar (terminados en SD) de cada columna producto de la aleatorización (Villareal, H. M. *et al.*, (2004).

### **Métodos no paramétricos utilizados para el presente proyecto**

Los siguientes modelos se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado. Se emplean generalmente cuando no tenemos datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Villareal, H. M. *et al.*, (2004).

- Chao 1 (Chao 1 Mean en el programa EstimateS)  
Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).
- Chao 2 (Chao 2 Mean en el programa EstimateS)  
Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).
- Jackknife (Jack 1 Mean en el programa EstimateS)  
Estima el número de especies esperadas considerando el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras.
- Bootstrap (Bootstrap Mean en el programa EstimateS)  
Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

### **Diversidad verdadera (orden: 0, 1 y 2):**

La diversidad alfa ( $\alpha$ ) se estimará para cada sitio, de acuerdo con la diversidad verdadera basada en el valor de  $q$  y de la riqueza de especies, donde  $q = 0$  es la diversidad de orden cero ( ${}^0D$ ), el cual no considera las abundancias relativas de las especies, por lo que

simplemente es la riqueza de especies. Con  $q = 1$  es el índice de diversidad del exponencial ( ${}^1D$ ) del índice de entropía de Shannon, en la cual todas las especies se incluyen con un valor proporcionalmente según su abundancia en la comunidad. Para  $q = 2$  el índice de diversidad ( ${}^2D$ ) es el inverso del índice de Simpson, que calcula la diversidad de la comunidad, es decir no agrupa las muestras, sino son cálculos independientes de cada comunidad (Moreno, 2001; Jost, 2006; Jost y González-Ortega, 2012).

El índice de Shannon se calcula con la siguiente formula:

$$H'_{\text{Shannon}} = -\sum p_i \times \ln p_i$$

Donde  $p_i$  representa la proporción individual que se encuentra en la  $i$ -ésima especie (Moreno, 2001; Magurran, 2004).

Para obtener el cálculo de diversidad verdadera de Shannon y Simpson se utilizaron las siguientes formulas (Jost y González-Ortega, 2012).

Exponencial de Shannon

$${}^1D = \exp \times H'_{\text{Shannon}}$$

Inverso del índice de Simpson

$${}^2D = 1 / \sum p_i^2$$

### Índice de Equidad de Pielou (J)

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$J'_{\text{Pielou}} = H'_{\text{Shannon}} / H'_{\text{máx}}$$

**Donde:**

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$H'_{\text{máx}} = \ln(S)$ .

$S$  = número de especies

### Abundancia

Expresada como el número total de individuos de las diferentes especies encontradas en un área de muestreo determinada.

#### IV.2.2.2.4. RESULTADOS

##### IV.2.2.2.4.1. FAUNA CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Con base en la información disponible, se obtuvieron un total de 186 especies para los cuatro grupos de vertebrados terrestres analizados, para únicamente un solo tipo de vegetación. El grupo con el mayor número de registros fueron las aves con 152 especies registradas, seguido por el grupo de los mamíferos y los reptiles con 14 especies cada uno, y por último el grupo con menor riqueza registrada fueron los anfibios con seis especies dado que en los sitios muestreados tanto en polígono del proyecto, como en el sistema ambiental no se observaron cuerpos de agua.

**Tabla IV.25.** Número de especies de fauna silvestre reportadas para el sistema ambiental. Especies endémicas de la provincia biótica península de Yucatán, especies bajo algún Estatus de Conservación y consideradas en la lista roja de especies amenazadas.

|   | Anfibios | Reptiles | Aves | Mamíferos | Total      |
|---|----------|----------|------|-----------|------------|
| <b>Especies reportadas</b>                      | 6        | 14       | 152  | 14        | <b>186</b> |
| <b>Endemismo</b>                                | 0        | 1        | 0    | 1         | <b>2</b>   |
| <b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>                    |          |          |      |           |            |
| Probablemente extinta en el medio silvestre (E) | 0        | 0        | 0    | 0         | <b>0</b>   |
| En peligro de extinción (P)                     | 0        | 0        | 0    | 0         | <b>0</b>   |
| Amenazada (A)                                   | 0        | 2        | 0    | 0         | <b>2</b>   |
| Bajo protección especial (Pr)                   | 1        | 0        | 13   | 0         | <b>14</b>  |

De todas las especies registradas se obtuvo el estatus de conservación nacional para cada una de ellas a partir de esto se tiene que en el caso de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron 16 especies en dos categorías de riesgos de acuerdo a la información recopilada del sistema ambiental. Estas fueron bajo Protección Especial (Pr) la cual tuvo el mayor porcentaje con 14 especies, y la segunda categoría fue Amenazada (A) con dos especies registradas en la zona. Para el caso de las especies endémicas, únicamente se cuenta con dos especies registradas para la zona del proyecto.

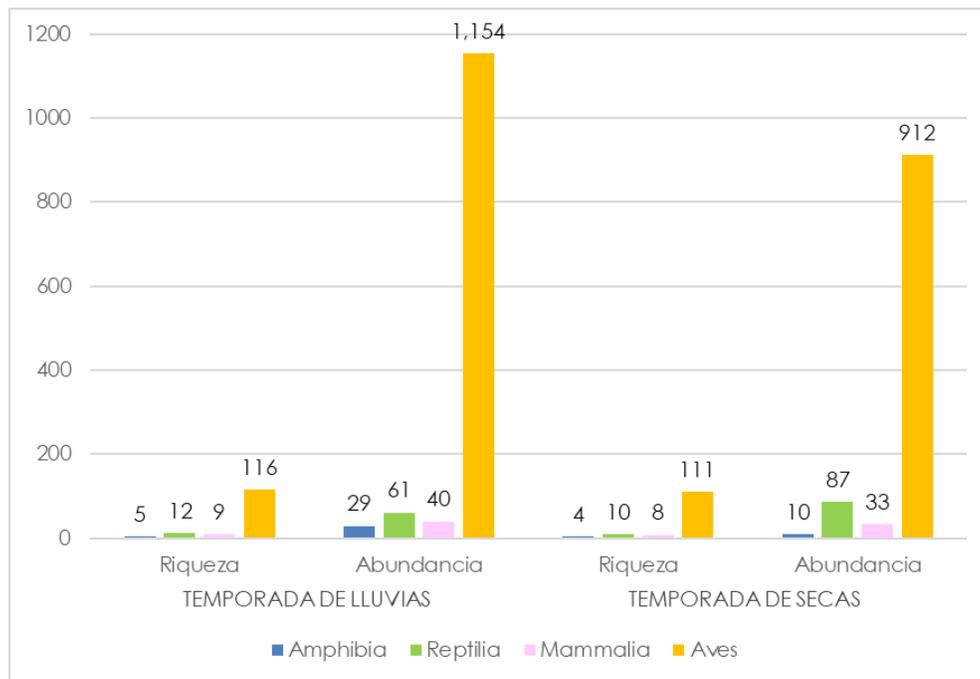
##### IV.2.2.2.4.2. RESULTADOS DE LA FAUNA DEL SISTEMA AMBIENTAL

De acuerdo a los muestreos realizados dentro de los transectos establecidos, se registraron 207 especies de vertebrados terrestres, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 116 especies, seguida del grupo de reptiles con 12 especies, a este grupo le siguieron los mamíferos con nueve especies y por último los para el grupo de los anfibios se registraron cinco especies, tal y como se puede observar en la tabla siguiente.

**Tabla IV.26.** Riquezas y abundancias de los diferentes grupos registrados durante el trabajo de campo en el sistema ambiental.

| GRUPO        | TEMPORADA DE LLUVIAS |              | TEMPORADA DE SECAS |              | TOTAL      |              |
|--------------|----------------------|--------------|--------------------|--------------|------------|--------------|
|              | RIQUEZA              | ABUNDANCIAS  | RIQUEZA            | ABUNDANCIAS  | RIQUEZA    | ABUNDANCIAS  |
| Amphibia     | 5                    | 29           | 4                  | 10           | 5          | 39           |
| Reptilia     | 12                   | 61           | 10                 | 87           | 12         | 148          |
| Mammalia     | 9                    | 40           | 8                  | 33           | 9          | 73           |
| Aves         | 116                  | 1,154        | 111                | 912          | 116        | 2,066        |
| <b>TOTAL</b> | <b>142</b>           | <b>1,284</b> | <b>133</b>         | <b>1,042</b> | <b>142</b> | <b>2,326</b> |

De los muestreos realizados durante la temporada de lluvias se obtuvo la mayor riqueza y abundancia de especies. Durante ambos muestreos se registraron 142 especies de vertebrados terrestres, en la temporada de secas se registraron 133 especies con una abundancia de 1,042 organismos y durante la época de lluvias se observaron 1,284 individuos de 142 especies.



**Gráfico IV.1.** Distribución de la riqueza y abundancia dentro de los grupos de fauna silvestre registrada en el SA durante las dos temporadas de muestreo.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos en campo por cada grupo taxonómico.

### **ANFIBIOS**

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. La mayoría de las especies pasan por fases larvares acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo

general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio se verificó únicamente la presencia de cinco especies de anfibios dentro de los transectos. Esta podría considerarse una baja riqueza; sin embargo, partir de la información disponible en artículos, reportes de investigación, trabajos de tesis y en los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se ha podido reconocer para el estado de Yucatán un total de 18 especies de anfibios, representadas en 2 órdenes, 7 familias y 13 géneros. Por lo que los registros obtenidos en el presente estudio representan el 28% de dichas especies registradas para el Estado. Por otra parte, de acuerdo en la información recopilada del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (2023), se ha podido reconocer para esta SA un registrado total de seis especies de anfibios, por lo que de acuerdo al muestreo nuestros registros representan el 83%.

**Tabla IV.27.** Riqueza y abundancia total de las especies de anfibios verificadas en el SA.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>    | <b>NOMBRE COMÚN</b>      | <b>CAT</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|-----------------------------|--------------------------|------------|-------------------|
| <i>Incilius valliceps</i>   | Sapo costero             |            | 12                |
| <i>Rhinella horribilis</i>  | Sapo gigante             |            | 10                |
| <i>Smilisca baudinii</i>    | Rana arborícola mexicana |            | 6                 |
| <i>Triprion petasatus</i>   | Rana cabeza de pala      | Pr         | 4                 |
| <i>Lithobates vaillanti</i> | Rana verde               |            | 7                 |
| <b>TOTAL</b>                |                          |            | <b>39</b>         |

Dentro de la SA en temporada de lluvias, el grupo de los anfibios obtuvo un total de 29 registros para cinco especies de las cuales dos especies el sapo costero (*I. valliceps*) y el sapo gigante (*R. horribilis*) podrían considerarse como las especies más abundantes al tener el mayor número de registros, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla IV.28.** Riqueza y abundancia de los anfibios durante la temporada de lluvias.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>   | <b>NOMBRE COMÚN</b>      | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|
| <i>Incilius valliceps</i>  | Sapo costero             | 8                 |
| <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo gigante             | 7                 |
| <i>Smilisca baudinii</i>   | Rana arborícola mexicana | 5                 |
| <i>Triprion petasatus</i>  | Rana cabeza de pala      | 4                 |

|                             |            |           |
|-----------------------------|------------|-----------|
| <i>Lithobates vaillanti</i> | Rana verde | 5         |
| <b>TOTAL</b>                |            | <b>29</b> |

Por otro lado, durante la temporada de secas, se registraron cuatro especies con un total de 10 registros, de las cuales de nueva cuenta el sapo costero (*I. valliceps*) y el sapo gigante (*R. horribilis*) fueron las más abundantes al tener el mayor número de registro, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla IV.29.** Riqueza y abundancia de los anfibios durante la temporada de secas.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>    | <b>NOMBRE COMÚN</b>      | <b>ABUNDANCIA</b> |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------|
| <i>Incilius valliceps</i>   | Sapo costero             | 4                 |
| <i>Rhinella horribilis</i>  | Sapo gigante             | 3                 |
| <i>Smilisca baudinii</i>    | Rana arborícola mexicana | 1                 |
| <i>Lithobates vaillanti</i> | Rana verde               | 2                 |
| <b>TOTAL</b>                |                          | <b>10</b>         |

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, durante ambas temporadas se muestreo únicamente se tuvo registró de cuatro individuos de la rana cabeza de pala (*T. petasatus*) especie considerada bajo Protección Especial.

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los anfibios en nuestra área de estudio es de 1.6094 lluvias y 1.3863 en secas, con lo cual se puede decir que de acuerdo a nuestros resultados no se encuentra lejos de alcanzarse esta diversidad, esto influenciado por el índice de distribución  $J'_{Pielou}$ , ya que para ambas temporadas se obtuvieron valores por encima de los 0.9, y con el cual también se puede decir que dentro de este grupo no hay especies dominantes.

**Tabla IV.30.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios del SA.

| <b>ÍNDICE</b>             | <b>VALOR</b> |                |
|---------------------------|--------------|----------------|
|                           | <b>SECAS</b> | <b>LLUVIAS</b> |
| Riqueza                   | 4            | 5              |
| Abundancia                | 10           | 29             |
| H' <sub>Shannon</sub>     | 1.2799       | 1.5778         |
| EXP H' <sub>Shannon</sub> | 3.5961       | 4.8441         |
| INV D' <sub>Simpson</sub> | 3.3333       | 4.6983         |
| H' MÁXIMA= Ln (S)         | 1.3863       | 1.6094         |
| $J'_{Pielou}$             | 0.9232       | 0.9803         |

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 3.5961 para secas y 4.8441 para la época de lluvias. En el caso del

inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 3.3333 y de 4.6983 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.

## **REPTILES**

A partir de la información disponible y de los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se reconoce que en el estado de Yucatán se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados, en sistema ambiental del proyecto se verifico la presencia de 12 especies de reptiles dentro de los transectos previamente determinados, siendo el grupo de las lagartijas el mejor representado, por lo que estos registros representan el 15% de las especies registradas para la región (80 especies), esto sin considerar las especies de cocodrilos y tortugas marinas, debido a que por la ubicación de los sitios de muestreo es muy poco probable obtener registro alguna de estas especies (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006). Por otra parte, de acuerdo con la información recopilada del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (2023), se ha podido reconocer para esta SA un registrado total de 14 especies de reptiles, por lo que, de acuerdo a esto, nuestros registros representan el 86%.

**Tabla IV.31.** Riqueza y abundancia total de las especies de reptiles verificadas en el SA.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>        | <b>NOMBRE COMÚN</b>                    | <b>CAT</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|---------------------------------|--|------------|-------------------|
| <i>Basiliscus vittatus</i>      | Toloque rayado                         |            | 9                 |
| <i>Coleonyx elegans</i>         | Geco yucateco de bandas                | A          | 5                 |
| <i>Hemidactylus frenatus</i>    | Besucona asiática                      |            | 8                 |
| <i>Ctenosaura similis</i>       | Iguana negra de cola espinosa          | A          | 14                |
| <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa de puntos amarillos |            | 40                |
| <i>Sceloporus serrifer</i>      | Lagartija espinosa azul                |            | 7                 |
| <i>Holcosus undulatus</i>       | Lagartija arcoiris                     |            | 34                |
| <i>Aspidoscelis angusticeps</i> | Huico yucateco                         |            | 21                |
| <i>Masticophis mentovarius</i>  | Culebra chirriadora neotropical        |            | 1                 |
| <i>Oxybelis fulgidus</i>        | Culebra bejuquilla verde               |            | 2                 |
| <i>Stenorrhina freminvillei</i> | Culebra alacranera de sangre           |            | 3                 |
| <i>Mastigodryas melanolomus</i> | Culebra lagartijera común              |            | 4                 |
| <b>TOTAL</b>                    |  |            | <b>148</b>        |

Durante todo el muestreo se registraron en total 148 individuos, donde las especies con mayor abundancia y densidad fueron la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) con

40 individuos observados, la lagartija arcoíris (*H. undulatus*) con 34 y el huico yucateco (*A. angusticeps*) con 21 ejemplares registrados.

Dentro de la SA en temporada de lluvias, el grupo de los reptiles obtuvo un total de 61 registros para 12 especies de las cuales dos especies la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) y la lagartija arcoíris (*H. undulatus*) fueron las especies más abundantes al tener el mayor número de registros, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla IV.32.** Riqueza y abundancia de los reptiles durante la temporada de lluvias.

| NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN                           | ABUNDANCIA |
|---------------------------------|--|------------|
| <i>Basiliscus vittatus</i>      | Toloque rayado                         | 4          |
| <i>Coleonyx elegans</i>         | Geco yucateco de bandas                | 3          |
| <i>Hemidactylus frenatus</i>    | Besucona asiática                      | 4          |
| <i>Ctenosaura similis</i>       | Iguana negra de cola espinosa          | 6          |
| <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa de puntos amarillos | 13         |
| <i>Sceloporus serrifer</i>      | Lagartija espinosa azul                | 3          |
| <i>Holcosus undulatus</i>       | Lagartija arcoiris                     | 13         |
| <i>Aspidoscelis angusticeps</i> | Huico yucateco                         | 8          |
| <i>Masticophis mentovarius</i>  | Culebra chirriadora neotropical        | 1          |
| <i>Oxybelis fulgidus</i>        | Culebra bejuquilla verde               | 2          |
| <i>Stenorrhina freminvillei</i> | Culebra alacranera de sangre           | 2          |
| <i>Mastigodryas melanolomus</i> | Culebra lagartijera común              | 2          |
| <b>TOTAL</b>                    |  | <b>61</b>  |

Por otro lado, durante la temporada de secas, se registraron cuatro especies con un total de 87 registros, de las cuales de nueva cuenta la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) y la lagartija arcoíris (*H. undulatus*) fueron las más abundantes al tener el mayor número de registro, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla IV.33.** Riqueza y abundancia de los reptiles durante la temporada de secas.

| NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN                           | ABUNDANCIA |
|---------------------------------|--|------------|
| <i>Basiliscus vittatus</i>      | Toloque rayado                         | 5          |
| <i>Coleonyx elegans</i>         | Geco yucateco de bandas                | 2          |
| <i>Hemidactylus frenatus</i>    | Besucona asiática                      | 4          |
| <i>Ctenosaura similis</i>       | Iguana negra de cola espinosa          | 8          |
| <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa de puntos amarillos | 27         |
| <i>Sceloporus serrifer</i>      | Lagartija espinosa azul                | 4          |
| <i>Holcosus undulatus</i>       | Lagartija arcoiris                     | 21         |
| <i>Aspidoscelis angusticeps</i> | Huico yucateco                         | 13         |
| <i>Stenorrhina freminvillei</i> | Culebra alacranera de sangre           | 1          |
| <i>Mastigodryas melanolomus</i> | Culebra lagartijera común              | 2          |
| <b>TOTAL</b>                    |  | <b>87</b>  |

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron dos especies catalogadas como Amenazadas el Geco yucateco de bandas (*C. elegans*) y la iguana rayada (*C. similis*). Asimismo, fue registrada una especie endémica de la Península de Yucatán, la lagartija arcoiris (*H. undulatus*).

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 2.3026 durante las secas y de 2.4849 durante la temporada de lluvias, la  $H'_{Shannon}$  fue de 1.8819 durante las secas lo que nos indica que para esta temporada se encuentra lejos de alcanzar la máxima diversidad, influenciado por una alta abundancia de ciertas especies como se puede apreciar de acuerdo al índice de equidad  $J'_{Pielou}$  0.8173. Por el contrario, durante las lluvias se obtuvo una  $H'_{Shannon}$  de 2.2106, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del Sistema Ambiental.

**Tabla IV.34.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del SA.

| ÍNDICE                 | VALOR  |         |
|------------------------|--------|---------|
|                        | SECAS  | LLUVIAS |
| Riqueza                | 10     | 12      |
| Abundancia             | 87     | 61      |
| $H'_{Shannon}$         | 1.8819 | 2.2106  |
| EXP $H'_{Shannon}$     | 6.5657 | 9.1213  |
| INV $D'_{Simpson}$     | 5.1525 | 7.4271  |
| $H'_{MÁXIMA} = \ln(S)$ | 2.3026 | 2.4849  |
| $J'_{Pielou}$          | 0.8173 | 0.8896  |

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 6.5657 para secas y 9.1213 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 5.1525 y de 7.427 para lluvias. Como se puede apreciar en la tabla anterior durante la época de secas se obtuvo un valor relativamente bajo, influenciado por una alta abundancia de ciertas especies como las lagartijas que durante esta época tienen mayor actividad. Para el caso de la época de lluvias son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán, de amplia distribución y cuya adaptación a la perturbación en las selvas ha sido reportada (Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

### Aves

Se verifico la presencia de 116 especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación presentes en el área del sistema ambiental del proyecto. Esto representa el 76%

de las 152 especies con distribución reportada en la cuenca (CONABIO, 2023), el 25% de las especies registradas para el Estado de Yucatán (471 especies) y el 21% de especies de aves que han sido reportadas para la península con alrededor de 564 especies (Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; MacKinnon, 2017).

**Tabla IV.35.** Riqueza y abundancia total de las especies de aves verificadas en el SA..

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>        | <b>NOMBRE COMÚN</b>        | <b>CAT</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|---------------------------------|----------------------------|------------|-------------------|
| <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | Tinamú canelo              | Pr         | 3                 |
| <i>Cathartes aura</i>           | Zopilote aura              |            | 7                 |
| <i>Coragyps atratus</i>         | Zopilote común             |            | 13                |
| <i>Buteo plagiatus</i>          | Aguililla gris             |            | 8                 |
| <i>Rupornis magnirostris</i>    | Aguililla caminera         |            | 11                |
| <i>Falco peregrinus</i>         | Halcón peregrino           | Pr         | 5                 |
| <i>Falco sparverius</i>         | Cernícalo americano        |            | 2                 |
| <i>Micrastur semitorquatus</i>  | Halcón selvático de collar | Pr         | 2                 |
| <i>Ortalis vetula</i>           | Chachalaca oriental        |            | 31                |
| <i>Colinus nigrogularis</i>     | Codorniz yucateca          |            | 43                |
| <i>Columbina passerina</i>      | Tortolita pico rojo        |            | 34                |
| <i>Columbina talpacoti</i>      | Tortolita canela           |            | 67                |
| <i>Leptotila jamaicensis</i>    | Paloma caribeña            |            | 9                 |
| <i>Leptotila verreauxi</i>      | Paloma arroyera            |            | 7                 |
| <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada              |            | 21                |
| <i>Zenaida asiatica</i>         | Paloma alas blancas        |            | 74                |
| <i>Eumomota superciliosa</i>    | Momoto cejas azules        |            | 16                |
| <i>Momotus lessonii</i>         | Momoto corona negra        |            | 11                |
| <i>Coccyzus americanus</i>      | Cuclillo pico amarillo     |            | 12                |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i>  | Garrapatero pijuy          |            | 20                |
| <i>Geococcyx velox</i>          | Correcaminos tropical      |            | 11                |
| <i>Piaya cayana</i>             | Cuclillo canelo            |            | 7                 |
| <i>Amazilia rutila</i>          | Colibrí canelo             |            | 19                |
| <i>Amazilia yucatanensis</i>    | Colibrí vientre canelo     |            | 13                |
| <i>Archilochus colubris</i>     | Colibrí garganta rubí      |            | 7                 |
| <i>Cyanthus canivetii</i>       | Esmeralda tijereta         |            | 4                 |
| <i>Chlorestes candida</i>       | Colibrí cándido            |            | 10                |
| <i>Colaptes rubiginosus</i>     | Carpintero olivo           |            | 3                 |
| <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero cheje           |            | 26                |
| <i>Melanerpes pygmaeus</i>      | Carpintero yucateco        |            | 19                |
| <i>Sphyrapicus varius</i>       | Carpintero moteado         |            | 14                |
| <i>Dryobates scalaris</i>       | Carpintero mexicano        |            | 12                |
| <i>Amazona albifrons</i>        | Loro frente blanca         | Pr         | 20                |
| <i>Eupsittula nana</i>          | Perico pecho sucio         | Pr         | 31                |
| <i>Glaucidium brasilianum</i>   | Tecolote bajoño            |            | 6                 |
| <i>Chordeiles acutipennis</i>   | Chotacabras menor          |            | 10                |
| <i>Chordeiles minor</i>         | Chotacabras zumbón         |            | 9                 |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>         | <b>NOMBRE COMÚN</b>       | <b>CAT</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------------|---------------------------|------------|-------------------|
| <i>Nyctidromus albicollis</i>    | Chotacabras pauraque      |            | 10                |
| <i>Antrostomus badius</i>        | Tapacamino yucateco       |            | 7                 |
| <i>Trogon melanocephalus</i>     | Coa Cabeza negra          |            | 13                |
| <i>Camptostoma imberbe</i>       | Mosquerito chillón        |            | 13                |
| <i>Contopus cinereus</i>         | Pibí Tropical sureño      |            | 12                |
| <i>Contopus virens</i>           | Papamoscas del este       |            | 14                |
| <i>Empidonax minimus</i>         | Papamoscas chico          |            | 12                |
| <i>Megarynchus pitangua</i>      | Luis pico grueso          |            | 11                |
| <i>Myiarchus tuberculifer</i>    | Papamoscas triste         |            | 27                |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | Papamoscas gritón         |            | 28                |
| <i>Myiarchus yucatanensis</i>    | Papamoscas yucateco       |            | 19                |
| <i>Myiopagis viridicata</i>      | Mosquerito verdoso        |            | 7                 |
| <i>Myiozetetes similis</i>       | Luisito común             |            | 35                |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>      | Bienteveo común           |            | 43                |
| <i>Tolmomyias sulphurescens</i>  | Mosquerito ojos blancos   |            | 6                 |
| <i>Tyrannus couchii</i>          | Tirano cuir               |            | 28                |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>    | Tirano pirirí             |            | 24                |
| <i>Tyrannus tyrannus</i>         | Tirano dorso negro        |            | 8                 |
| <i>Pachyramphus aglaiae</i>      | Cabezón degollado         |            | 30                |
| <i>Pachyramphus major</i>        | Cabezón mexicano          |            | 17                |
| <i>Tityra semifasciata</i>       | Titira puerquito          |            | 13                |
| <i>Thryothorus ludovicianus</i>  | Saltapared de Carolina    |            | 41                |
| <i>Troglodytes aedon</i>         | Saltapared común          |            | 51                |
| <i>Uropsila leucogastra</i>      | Saltapared vientre blanco |            | 34                |
| <i>Pheugopedius maculipectus</i> | Saltapared moteado        |            | 32                |
| <i>Turdus grayi</i>              | Mirlo café                |            | 17                |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | Vireón cejas canela       |            | 15                |
| <i>Vireo flavifrons</i>          | Vireo garganta amarilla   |            | 7                 |
| <i>Vireo flavoviridis</i>        | Vireo verdeamarillo       |            | 8                 |
| <i>Vireo griseus</i>             | Vireo ojos blancos        |            | 17                |
| <i>Vireo pallens</i>             | Vireo manglero            | Pr         | 13                |
| <i>Cyanocorax yncas</i>          | Chara verde               |            | 19                |
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | Chara yucateca            |            | 73                |
| <i>Dumetella carolinensis</i>    | Mauñador gris             |            | 8                 |
| <i>Melanoptila glabrirostris</i> | Mauñador negro            | Pr         | 2                 |
| <i>Mimus gilvus</i>              | Centzontle tropical       |            | 6                 |
| <i>Geothlypis poliocephala</i>   | Mascarita pico grueso     |            | 11                |
| <i>Geothlypis trichas</i>        | Mascarita común           |            | 12                |
| <i>Mniotilta varia</i>           | Chipe trepador            |            | 8                 |
| <i>Parkesia motacilla</i>        | Chipe arroyero            |            | 10                |
| <i>Parkesia noveboracensis</i>   | Chipe charquero           |            | 8                 |
| <i>Protonotaria citrea</i>       | Chipe dorado              |            | 9                 |
| <i>Seiurus aurocapilla</i>       | Chipe suelero             |            | 7                 |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>        | <b>NOMBRE COMÚN</b>         | <b>CAT</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|---------------------------------|-----------------------------|------------|-------------------|
| <i>Setophaga americana</i>      | Chipe pecho manchado        |            | 10                |
| <i>Setophaga citrina</i>        | Chipe encapuchado           |            | 13                |
| <i>Setophaga coronata</i>       | Chipe rabadilla amarilla    |            | 8                 |
| <i>Setophaga dominica</i>       | Chipe garganta amarilla     |            | 13                |
| <i>Setophaga fusca</i>          | Chipe garganta naranja      |            | 5                 |
| <i>Setophaga magnolia</i>       | Chipe de magnolias          |            | 14                |
| <i>Setophaga petechia</i>       | Chipe amarillo              |            | 16                |
| <i>Setophaga ruticilla</i>      | Pavito migratorio           |            | 9                 |
| <i>Setophaga virens</i>         | Chipe dorso verde           |            | 6                 |
| <i>Arremonops rufivirgatus</i>  | Rascador oliváceo           |            | 21                |
| <i>Poliptila caerulea</i>       | Perlita azulgrís            |            | 25                |
| <i>Tiaris olivaceus</i>         | Semillero oliváceo          |            | 32                |
| <i>Volatinia jacarina</i>       | Semillero brincador         |            | 38                |
| <i>Sporophila moreletii</i>     | Semillero de Collar         |            | 42                |
| <i>Saltator atriceps</i>        | Saltador cabeza negra       |            | 34                |
| <i>Saltator grandis</i>         | Saltador gris mesoamericano |            | 26                |
| <i>Thraupis episcopus</i>       | Tangara azulgrís            |            | 4                 |
| <i>Cardinalis cardinalis</i>    | Cardenal rojo               |            | 7                 |
| <i>Cyanocompsa parellina</i>    | Colorín azulnegro           |            | 30                |
| <i>Passerina caerulea</i>       | Picogordo azul              |            | 32                |
| <i>Passerina ciris</i>          | Colorín sietecolores        | Pr         | 15                |
| <i>Passerina cyanea</i>         | Colorín azul                |            | 21                |
| <i>Pheucticus ludovicianus</i>  | Picogordo fegollado         |            | 11                |
| <i>Piranga rubra</i>            | Piranga roja                |            | 5                 |
| <i>Amblycercus holosericeus</i> | Cacique pico claro          |            | 2                 |
| <i>Dives dives</i>              | Tordo cantor                |            | 17                |
| <i>Molothrus aeneus</i>         | Tordo ojos rojos            |            | 19                |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>      | Zanate mexicano             |            | 56                |
| <i>Icterus auratus</i>          | Calandria dorso naranja     |            | 17                |
| <i>Icterus cucullatus</i>       | Calandria dorso negro menor |            | 25                |
| <i>Icterus galbula</i>          | Calandria de Baltimore      |            | 4                 |
| <i>Icterus gularis</i>          | Calandria dorso negro mayor |            | 29                |
| <i>Icterus mesomelas</i>        | Calandria cola amarilla     |            | 13                |
| <i>Icterus spurius</i>          | Calandria castaña           |            | 8                 |
| <i>Euphonia hirundinacea</i>    | Eufonia garganta amarilla   |            | 7                 |
| <i>Spinus psaltria</i>          | Jilguerito dominico         |            | 30                |
| <b>TOTAL</b>                    |                             |            | <b>2,066</b>      |

En total se contabilizaron 2,066 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: la paloma ala blanca (*Z. asiática*), la chara yucateca (*C. yucatanicus*), la tortolita canela (*C. talpacoti*), el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) y el saltapared común (*T. aedon*) y quienes registraron más de 50 individuos durante todo el muestreo.

Para el grupo de las aves, durante la etapa de muestreo en lluvias, se obtuvo una riqueza de 116 especies con un total de 1,154 registros. De estas especies, cuatro especies la chara yucateca (*C. yucatanicus*), la paloma la blanca (*Z. asiatica*), la tortola rojiza (*C. talpacoti*) y el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) son catalogadas como abundantes. Mientras que el cernícalo americano (*F. sparverius*), el tinamú canelo (*C. cinnamomeus*), el zopilote aura (*C. aura*), el halcón selvático de collar (*M. semitorquatus*), el maullador negro (*M. glabrirostris*), el cacique pico claro (*A. holosericeus*) y la calandria de Baltimore (*I. gálbula*)

**Tabla IV.36.** Riqueza y abundancia de las aves durante la temporada de lluvias.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>        | <b>NOMBRE COMÚN</b>        | <b>ABUNDANCIA</b> |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------|
| <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | Tinamú canelo              | 2                 |
| <i>Cathartes aura</i>           | Zopilote aura              | 2                 |
| <i>Coragyps atratus</i>         | Zopilote común             | 5                 |
| <i>Buteo plagiatus</i>          | Aguillilla gris            | 4                 |
| <i>Rupornis magnirostris</i>    | Aguillilla caminera        | 6                 |
| <i>Falco peregrinus</i>         | Halcón peregrino           | 3                 |
| <i>Falco sparverius</i>         | Cernícalo americano        | 1                 |
| <i>Micrastur semitorquatus</i>  | Halcón selvático de collar | 2                 |
| <i>Ortalis vetula</i>           | Chachalaca oriental        | 19                |
| <i>Colinus nigrogularis</i>     | Codorniz yucateca          | 24                |
| <i>Columbina passerina</i>      | Tortolita pico rojo        | 18                |
| <i>Columbina talpacoti</i>      | Tortolita canela           | 35                |
| <i>Leptotila jamaicensis</i>    | Paloma caribeña            | 5                 |
| <i>Leptotila verreauxi</i>      | Paloma arroyera            | 4                 |
| <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada              | 11                |
| <i>Zenaida asiatica</i>         | Paloma alas blancas        | 36                |
| <i>Eumomota superciliosa</i>    | Momoto cejas azules        | 9                 |
| <i>Momotus lessonii</i>         | Momoto corona negra        | 4                 |
| <i>Coccyzus americanus</i>      | Cuclillo pico amarillo     | 6                 |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i>  | Garrapatero pijuy          | 10                |
| <i>Geococcyx velox</i>          | Correcaminos tropical      | 5                 |
| <i>Piaya cayana</i>             | Cuclillo canelo            | 4                 |
| <i>Amazilia rutila</i>          | Colibrí canelo             | 10                |
| <i>Amazilia yucatanensis</i>    | Colibrí vientre canelo     | 8                 |
| <i>Archilochus colubris</i>     | Colibrí garganta rubí      | 5                 |
| <i>Cyananthus canivetii</i>     | Esmeralda tijereta         | 4                 |
| <i>Chlorestes candida</i>       | Colibrí cándido            | 6                 |
| <i>Colaptes rubiginosus</i>     | Carpintero olivo           | 3                 |
| <i>Melanerpes aurifrons</i>     | Carpintero cheje           | 14                |
| <i>Melanerpes pygmaeus</i>      | Carpintero yucateco        | 13                |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>         | <b>NOMBRE COMÚN</b>       | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <i>Sphyrapicus varius</i>        | Carpintero moteado        | 6                 |
| <i>Dryobates scalaris</i>        | Carpintero mexicano       | 5                 |
| <i>Amazona albifrons</i>         | Loro frente blanca        | 10                |
| <i>Eupsittula nana</i>           | Perico pecho sucio        | 16                |
| <i>Glaucidium brasilianum</i>    | Tecolote bajeño           | 3                 |
| <i>Chordeiles acutipennis</i>    | Chotacabras menor         | 6                 |
| <i>Chordeiles minor</i>          | Chotacabras zumbón        | 5                 |
| <i>Nyctidromus albicollis</i>    | Chotacabras pauraque      | 3                 |
| <i>Antrorstomus badius</i>       | Tapacaminos yucateco      | 4                 |
| <i>Trogon melanocephalus</i>     | Coa Cabeza negra          | 10                |
| <i>Camptostoma imberbe</i>       | Mosquerito chillón        | 7                 |
| <i>Contopus cinereus</i>         | Pibí Tropical sureño      | 8                 |
| <i>Contopus virens</i>           | Papamoscas del este       | 9                 |
| <i>Empidonax minimus</i>         | Papamoscas chico          | 7                 |
| <i>Megarynchus pitangua</i>      | Luis pico grueso          | 6                 |
| <i>Myiarchus tuberculifer</i>    | Papamoscas triste         | 16                |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | Papamoscas gritón         | 16                |
| <i>Myiarchus yucatanensis</i>    | Papamoscas yucateco       | 10                |
| <i>Myiopagis viridicata</i>      | Mosquerito verdoso        | 4                 |
| <i>Myiozetetes similis</i>       | Luisito común             | 15                |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>      | Bienteveo común           | 23                |
| <i>Tolmomyias sulphurescens</i>  | Mosquerito ojos blancos   | 4                 |
| <i>Tyrannus couchii</i>          | Tirano cuir               | 17                |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>    | Tirano pirirí             | 13                |
| <i>Tyrannus tyrannus</i>         | Tirano dorso negro        | 5                 |
| <i>Pachyramphus aglaiae</i>      | Cabezón degollado         | 17                |
| <i>Pachyramphus major</i>        | Cabezón mexicano          | 10                |
| <i>Tityra semifasciata</i>       | Titira puerquito          | 7                 |
| <i>Thryothorus ludovicianus</i>  | Saltapared de Carolina    | 24                |
| <i>Troglodytes aedon</i>         | Saltapared común          | 29                |
| <i>Uropsila leucogastra</i>      | Saltapared vientre blanco | 20                |
| <i>Pheugopedius maculipectus</i> | Saltapared moteado        | 18                |
| <i>Turdus grayi</i>              | Mirlo café                | 9                 |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | Vireón cejas canela       | 8                 |
| <i>Vireo flavifrons</i>          | Vireo garganta amarilla   | 5                 |
| <i>Vireo flavoviridis</i>        | Vireo verdeamarillo       | 4                 |
| <i>Vireo griseus</i>             | Vireo ojos blancos        | 9                 |
| <i>Vireo pallens</i>             | Vireo manglero            | 7                 |
| <i>Cyanocorax yncas</i>          | Chara verde               | 11                |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>         | <b>NOMBRE COMÚN</b>         | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | Chara yucateca              | 42                |
| <i>Dumetella carolinensis</i>    | Maullador gris              | 5                 |
| <i>Melanoptila glabrirostris</i> | Maullador negro             | 2                 |
| <i>Mimus gilvus</i>              | Centzontle tropical         | 5                 |
| <i>Geothlypis poliocephala</i>   | Mascarita pico grueso       | 8                 |
| <i>Geothlypis trichas</i>        | Mascarita común             | 6                 |
| <i>Mniotilta varia</i>           | Chipe trepador              | 4                 |
| <i>Parkesia motacilla</i>        | Chipe arroyero              | 6                 |
| <i>Parkesia noveboracensis</i>   | Chipe charquero             | 4                 |
| <i>Protonotaria citrea</i>       | Chipe dorado                | 4                 |
| <i>Seiurus aurocapilla</i>       | Chipe suelero               | 4                 |
| <i>Setophaga americana</i>       | Chipe pecho manchado        | 6                 |
| <i>Setophaga citrina</i>         | Chipe encapuchado           | 8                 |
| <i>Setophaga coronata</i>        | Chipe rabadilla amarilla    | 4                 |
| <i>Setophaga dominica</i>        | Chipe garganta amarilla     | 7                 |
| <i>Setophaga fusca</i>           | Chipe garganta naranja      | 3                 |
| <i>Setophaga magnolia</i>        | Chipe de magnolias          | 8                 |
| <i>Setophaga petechia</i>        | Chipe amarillo              | 9                 |
| <i>Setophaga ruticilla</i>       | Pavito migratorio           | 5                 |
| <i>Setophaga virens</i>          | Chipe dorso verde           | 5                 |
| <i>Arremonops rufivirgatus</i>   | Rascador oliváceo           | 11                |
| <i>Polioptila caerulea</i>       | Perlita azulgrís            | 14                |
| <i>Tiaris olivaceus</i>          | Semillero oliváceo          | 17                |
| <i>Volatinia jacarina</i>        | Semillero brincador         | 21                |
| <i>Sporophila moreletii</i>      | Semillero de Collar         | 23                |
| <i>Saltator atriceps</i>         | Saltador cabeza negra       | 18                |
| <i>Saltator grandis</i>          | Saltador gris mesoamericano | 14                |
| <i>Thraupis episcopus</i>        | Tangara azulgrís            | 3                 |
| <i>Cardinalis cardinalis</i>     | Cardenal rojo               | 4                 |
| <i>Cyanocompsa parellina</i>     | Colorín azulnegro           | 20                |
| <i>Passerina caerulea</i>        | Picogordo azul              | 20                |
| <i>Passerina ciris</i>           | Colorín sietecolores        | 9                 |
| <i>Passerina cyanea</i>          | Colorín azul                | 11                |
| <i>Pheucticus ludovicianus</i>   | Picogordo fegollado         | 6                 |
| <i>Piranga rubra</i>             | Piranga roja                | 3                 |
| <i>Amblycercus holosericeus</i>  | Cacique pico claro          | 2                 |
| <i>Dives dives</i>               | Tordo cantor                | 10                |
| <i>Molothrus aeneus</i>          | Tordo ojos rojos            | 11                |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>       | Zanate mexicano             | 31                |

| NOMBRE CIENTÍFICO            | NOMBRE COMÚN                | ABUNDANCIA   |
|------------------------------|-----------------------------|--------------|
| <i>Icterus auratus</i>       | Calandria dorso naranja     | 11           |
| <i>Icterus cucullatus</i>    | Calandria dorso negro menor | 13           |
| <i>Icterus galbula</i>       | Calandria de Baltimore      | 2            |
| <i>Icterus gularis</i>       | Calandria dorso negro mayor | 16           |
| <i>Icterus mesomelas</i>     | Calandria cola amarilla     | 8            |
| <i>Icterus spurius</i>       | Calandria castaña           | 6            |
| <i>Euphonia hirundinacea</i> | Eufonia garganta amarilla   | 3            |
| <i>Spinus psaltria</i>       | Jilguerito dominico         | 18           |
| <b>TOTAL</b>                 |                             | <b>1,154</b> |

Durante la etapa de muestreo en secas, se obtuvo una riqueza de 111 especies con un total de 912 registros. De estas especies, cuatro especies la chara yucateca (*C. yucatanicus*), la paloma la blanca (*Z. asiatica*), la tortola rojiza (*C. talpacoti*) y el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) fueron las especies más abundantes.

**Tabla IV.37.** Riqueza y abundancia de las aves durante la temporada de secas.

| NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN           | ABUNDANCIA |
|---------------------------------|------------------------|------------|
| <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | Tinamú canelo          | 1          |
| <i>Cathartes aura</i>           | Zopilote aura          | 5          |
| <i>Coragyps atratus</i>         | Zopilote común         | 8          |
| <i>Buteo plagiatus</i>          | Aguililla gris         | 4          |
| <i>Rupornis magnirostris</i>    | Aguililla caminera     | 5          |
| <i>Falco peregrinus</i>         | Halcón peregrino       | 2          |
| <i>Falco sparverius</i>         | Cernícalo americano    | 1          |
| <i>Ortalis vetula</i>           | Chachalaca oriental    | 12         |
| <i>Colinus nigrogularis</i>     | Codorniz yucateca      | 19         |
| <i>Columbina passerina</i>      | Tortolita pico rojo    | 16         |
| <i>Columbina talpacoti</i>      | Tortolita canela       | 32         |
| <i>Leptotila jamaicensis</i>    | Paloma caribeña        | 4          |
| <i>Leptotila verreauxi</i>      | Paloma arroyera        | 3          |
| <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada          | 10         |
| <i>Zenaida asiatica</i>         | Paloma alas blancas    | 38         |
| <i>Eumomota superciliosa</i>    | Momoto cejas azules    | 7          |
| <i>Momotus lessonii</i>         | Momoto corona negra    | 7          |
| <i>Coccyzus americanus</i>      | Cuclillo pico amarillo | 6          |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i>  | Garrapatero pijuy      | 10         |
| <i>Geococcyx velox</i>          | Correcaminos tropical  | 6          |
| <i>Piaya cayana</i>             | Cuclillo canelo        | 3          |
| <i>Amazilia rufila</i>          | Colibrí canelo         | 9          |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>         | <b>NOMBRE COMÚN</b>       | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <i>Amazilia yucatanensis</i>     | Colibrí vientre canelo    | 5                 |
| <i>Archilochus colubris</i>      | Colibrí garganta rubí     | 2                 |
| <i>Chlorestes candida</i>        | Colibrí cándido           | 4                 |
| <i>Melanerpes aurifrons</i>      | Carpintero cheje          | 12                |
| <i>Melanerpes pygmaeus</i>       | Carpintero yucateco       | 6                 |
| <i>Sphyrapicus varius</i>        | Carpintero moteado        | 8                 |
| <i>Dryobates scalaris</i>        | Carpintero mexicano       | 7                 |
| <i>Amazona albifrons</i>         | Loro frente blanca        | 10                |
| <i>Eupsittula nana</i>           | Perico pecho sucio        | 15                |
| <i>Glaucidium brasilianum</i>    | Tecolote bajeño           | 3                 |
| <i>Chordeiles acutipennis</i>    | Chotacabras menor         | 4                 |
| <i>Chordeiles minor</i>          | Chotacabras zumbón        | 4                 |
| <i>Nyctidromus albicollis</i>    | Chotacabras pauraque      | 7                 |
| <i>Antrostomus badius</i>        | Tapacamino yucateco       | 3                 |
| <i>Trogon melanocephalus</i>     | Coa Cabeza negra          | 3                 |
| <i>Camptostoma imberbe</i>       | Mosquerito chillón        | 6                 |
| <i>Contopus cinereus</i>         | Pibí Tropical sureño      | 4                 |
| <i>Contopus virens</i>           | Papamoscas del este       | 5                 |
| <i>Empidonax minimus</i>         | Papamoscas chico          | 5                 |
| <i>Megarynchus pitangua</i>      | Luis pico grueso          | 5                 |
| <i>Myiarchus tuberculifer</i>    | Papamoscas triste         | 11                |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | Papamoscas gritón         | 12                |
| <i>Myiarchus yucatanensis</i>    | Papamoscas yucateco       | 9                 |
| <i>Myiopagis viridicata</i>      | Mosquerito verdoso        | 3                 |
| <i>Myiozetetes similis</i>       | Luisito común             | 20                |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>      | Bienteveo común           | 20                |
| <i>Tolmomyias sulphureus</i>     | Mosquerito ojos blancos   | 2                 |
| <i>Tyrannus couchii</i>          | Tirano cuir               | 11                |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>    | Tirano pirirí             | 11                |
| <i>Tyrannus tyrannus</i>         | Tirano dorso negro        | 3                 |
| <i>Pachyramphus aglaiae</i>      | Cabezón degollado         | 13                |
| <i>Pachyramphus major</i>        | Cabezón mexicano          | 7                 |
| <i>Tityra semifasciata</i>       | Titira puerquito          | 6                 |
| <i>Thryothorus ludovicianus</i>  | Saltapared de Carolina    | 17                |
| <i>Troglodytes aedon</i>         | Saltapared común          | 22                |
| <i>Uropsila leucogastra</i>      | Saltapared vientre blanco | 14                |
| <i>Pheugopedius maculipectus</i> | Saltapared moteado        | 14                |
| <i>Turdus grayi</i>              | Mirlo café                | 8                 |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | Vireón cejas canela       | 7                 |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>       | <b>NOMBRE COMÚN</b>         | <b>ABUNDANCIA</b> |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| <i>Vireo flavifrons</i>        | Vireo garganta amarilla     | 2                 |
| <i>Vireo flavoviridis</i>      | Vireo verdeamarillo         | 4                 |
| <i>Vireo griseus</i>           | Vireo ojos blancos          | 8                 |
| <i>Vireo pallens</i>           | Vireo manglero              | 6                 |
| <i>Cyanocorax yncas</i>        | Chara verde                 | 8                 |
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i>  | Chara yucateca              | 31                |
| <i>Dumetella carolinensis</i>  | Maullador gris              | 3                 |
| <i>Mimus gilvus</i>            | Centzontle tropical         | 1                 |
| <i>Geothlypis poliocephala</i> | Mascarita pico grueso       | 3                 |
| <i>Geothlypis trichas</i>      | Mascarita común             | 6                 |
| <i>Mniotilta varia</i>         | Chipe trepador              | 4                 |
| <i>Parkesia motacilla</i>      | Chipe arroyero              | 4                 |
| <i>Parkesia noveboracensis</i> | Chipe charquero             | 4                 |
| <i>Protonotaria citrea</i>     | Chipe dorado                | 5                 |
| <i>Seiurus aurocapilla</i>     | Chipe suelero               | 3                 |
| <i>Setophaga americana</i>     | Chipe pecho manchado        | 4                 |
| <i>Setophaga citrina</i>       | Chipe encapuchado           | 5                 |
| <i>Setophaga coronata</i>      | Chipe rabadilla amarilla    | 4                 |
| <i>Setophaga dominica</i>      | Chipe garganta amarilla     | 6                 |
| <i>Setophaga fusca</i>         | Chipe garganta naranja      | 2                 |
| <i>Setophaga magnolia</i>      | Chipe de magnolias          | 6                 |
| <i>Setophaga petechia</i>      | Chipe amarillo              | 7                 |
| <i>Setophaga ruticilla</i>     | Pavito migratorio           | 4                 |
| <i>Setophaga virens</i>        | Chipe dorso verde           | 1                 |
| <i>Arremonops rufivirgatus</i> | Rascador oliváceo           | 10                |
| <i>Polioptila caerulea</i>     | Perlita azulgrís            | 11                |
| <i>Tiaris olivaceus</i>        | Semillero oliváceo          | 15                |
| <i>Volatinia jacarina</i>      | Semillero brincador         | 17                |
| <i>Sporophila moreletii</i>    | Semillero de Collar         | 19                |
| <i>Saltator atriceps</i>       | Saltador cabeza negra       | 16                |
| <i>Saltator grandis</i>        | Saltador gris mesoamericano | 12                |
| <i>Thraupis episcopus</i>      | Tangara azulgrís            | 1                 |
| <i>Cardinalis cardinalis</i>   | Cardenal rojo               | 3                 |
| <i>Cyanocompsa parellina</i>   | Colorín azulnegro           | 10                |
| <i>Passerina caerulea</i>      | Picogordo azul              | 12                |
| <i>Passerina ciris</i>         | Colorín sietecolores        | 6                 |
| <i>Passerina cyanea</i>        | Colorín azul                | 10                |
| <i>Pheucticus ludovicianus</i> | Picogordo fegollado         | 5                 |
| <i>Piranga rubra</i>           | Piranga roja                | 2                 |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>     | <b>NOMBRE COMÚN</b>         | <b>ABUNDANCIA</b> |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| <i>Dives dives</i>           | Tordo cantor                | 7                 |
| <i>Molothrus aeneus</i>      | Tordo ojos rojos            | 8                 |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>   | Zanate mexicano             | 25                |
| <i>Icterus auratus</i>       | Calandria dorso naranja     | 6                 |
| <i>Icterus cucullatus</i>    | Calandria dorso negro menor | 12                |
| <i>Icterus galbula</i>       | Calandria de Baltimore      | 2                 |
| <i>Icterus gularis</i>       | Calandria dorso negro mayor | 13                |
| <i>Icterus mesomelas</i>     | Calandria cola amarilla     | 5                 |
| <i>Icterus spurius</i>       | Calandria castaña           | 2                 |
| <i>Euphonia hirundinacea</i> | Eufonia garganta amarilla   | 4                 |
| <i>Spinus psaltria</i>       | Jilguerito dominico         | 12                |
| <b>TOTAL</b>                 |                             | <b>912</b>        |

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fue registradas ocho especies catalogadas bajo Protección Especial, el tinamú canelo (*C. cinnamomeus*), el halcón peregrino (*F. peregrinus*), el halcón selvático de collar (*M.r semitorquatus*), el loro frente blanca (*A. albifrons*), el perico pecho sucio (*E. nana*), el vireo manglero (*V. pallens*), el maullador negro (*M. glabrirostris*) y el colorín sietecolores (*P. ciris*). Para el caso de las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fueron registradas 11 especies, la codorniz yucateca (*C. nigrogularis*), la paloma caribeña (*L. jamaicensis*), el colibrí vientre canelo (*A. yucatanensis*), el carpintero yucateco (*M. pygmaeus*), el tapacamino yucateco (*A. badius*), el papamoscas yucateco (*M. yucatanensis*), el saltapared vientre blanco (*U. leucogastra*), la chara yucateca (*C. yucatanicus*), el maullador negro (*M. glabrirostris*), el rascador oliváceo (*A. rufivirgatus*) y la calandria dorso naranja (*I. auratus*).

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 4.7095 durante las secas y de 4.7536 durante la temporada de lluvias, la  $H'_{Shannon}$  fue de 4.4394 en secas y de 4.4966 durante la temporada de lluvias, lo que nos indica que para ambas temporadas la riqueza se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una alta  $J'_{Pielou}$  (equidad) obteniendo 0.9427 en secas y 0.9459 en lluvias.

**Tabla IV.38.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del SA.

| ÍNDICE                    | VALOR   |         |
|---------------------------|---------|---------|
|                           | SECAS   | LLUVIAS |
| Riqueza                   | 111     | 116     |
| Abundancia                | 912     | 1154    |
| H' <sup>Shannon</sup>     | 4.4394  | 4.4966  |
| EXP H' <sup>Shannon</sup> | 84.7281 | 89.7084 |
| INV D' <sup>Simpson</sup> | 67.2606 | 72.2032 |
| H' MÁXIMA= Ln (S)         | 4.7095  | 4.7536  |
| J' <sup>Pielou</sup>      | 0.9427  | 0.9459  |

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 84.7281 para secas y 89.7084 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 67.2606 y de 72.2032 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación como sucede en el predio y los cuales se ven favorecidos principalmente por áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

### Mamíferos terrestres

La lista sistemática de los mamíferos de Yucatán incluye 128 especies (99 terrestres y 29 marinos), comprendidas en 97 géneros (78 terrestres y 19 marinas), 37 familias (29 terrestres y 8 marinas). Los órdenes con mayor número de especies son Chiroptera (43), Cetácea (27) y Rodentia (19), que juntos representan el 69.5% de la mastofauna del estado (Sosa-Escalante, 2014). Por su parte, de acuerdo a la revisión de la fauna potencial a la zona del sistema ambiental del proyecto se registraron 14 especies.

De acuerdo al muestreo realizado dentro del área del SA, se registraron nueve especies, lo que de acuerdo a lo expuesto en el párrafo anterior representa el 24% de los mamíferos reportados para el Estado de Yucatán, esto sin considerar especies marinas y a los órdenes Quiróptera y Rodentia, ya que para el presente estudio no fueron considerados. Así como el 64% del total de especies presentes de acuerdo a la información recabada de la bibliografía disponible (CONABIO, 2023).

**Tabla IV.39.** Riqueza y abundancia total de las especies de mamíferos verificados en el SA..

| NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN                      | CAT | ABUNDANCIA |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----|------------|
| <i>Didelphis virginiana</i>     | Tlacuache norteño                 |     | 7          |
| <i>Dasyopus novemcinctus</i>    | Armadillo de nueve bandas         |     | 5          |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | Conejo serrano                    |     | 8          |
| <i>Sciurus yucatanensis</i>     | Ardilla yucateca                  |     | 11         |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris                        |     | 5          |
| <i>Conepatus semistriatus</i>   | Zorrillo de espalda blanca sureño |     | 5          |
| <i>Nasua narica</i>             | Coatí                             |     | 21         |
| <i>Dicotyles tajacu</i>         | Pecarí de collar                  |     | 6          |
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca                |     | 5          |
| <b>TOTAL</b>                    |                                   |     | <b>73</b>  |

Con base en la información de campo permiten indicar que el Coatí (*N. narica*) obtuvo las mayores abundancias con 21 individuos observados a lo largo de todo el muestreo, seguido de la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*), tal y como se observa en la tabla anterior.

Para el grupo de los mamíferos, durante la temporada de muestreo de lluvias, se registraron nueve especies con un total de 40 registros de los cuales el coatí (*N. narica*) fue la especie más abundante, seguida por el pecarí de collar (*D. tajacu*) y la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*).

**Tabla IV.40.** Riqueza y abundancia de los mamíferos durante la temporada de lluvias.

| NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN                      | ABUNDANCIA |
|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
| <i>Didelphis virginiana</i>     | Tlacuache norteño                 | 4          |
| <i>Dasyopus novemcinctus</i>    | Armadillo de nueve bandas         | 3          |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | Conejo serrano                    | 4          |
| <i>Sciurus yucatanensis</i>     | Ardilla yucateca                  | 6          |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris                        | 2          |
| <i>Conepatus semistriatus</i>   | Zorrillo de espalda blanca sureño | 3          |
| <i>Nasua narica</i>             | Coatí                             | 9          |
| <i>Dicotyles tajacu</i>         | Pecarí de collar                  | 6          |
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca                | 3          |
| <b>TOTAL</b>                    |                                   | <b>40</b>  |

Por otro lado, durante la temporada de secas se registraron 33 organismos de ocho especies, de las cuales de igual forma que durante la temporada de lluvias el coatí (*N. narica*) es la única especie catalogada como abundante, seguida por la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*), tal y como se observa en la tabla siguiente.

**Tabla IV.41.** Riqueza y abundancia de los mamíferos durante la temporada de secas.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>        | <b>NOMBRE COMÚN</b>               | <b>ABUNDANCIA</b> |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| <i>Didelphis virginiana</i>     | Tlacuache norteño                 | 3                 |
| <i>Dasyopus novemcinctus</i>    | Armadillo de nueve bandas         | 2                 |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | Conejo serrano                    | 4                 |
| <i>Sciurus yucatanensis</i>     | Ardilla yucateca                  | 5                 |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris                        | 3                 |
| <i>Conepatus semistriatus</i>   | Zorrillo de espalda blanca sureño | 2                 |
| <i>Nasua narica</i>             | Coatí                             | 12                |
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca                | 2                 |
| <b>TOTAL</b>                    |                                   | <b>33</b>         |

Ninguna de las especies registradas resulto ser endémica de la provincia biótica de la Península de Yucatán o se encuentra catalogada bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 2.0794 durante las secas y de 2.1972 durante la temporada de lluvias, la  $H'_{Shannon}$  fue de 1.8552 en secas y de 2.0979 durante la temporada de lluvias, lo que nos indica que para ambas temporadas la riqueza se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una alta  $J'_{Pielou}$  (equidad) obteniendo 0.8922 en secas y 0.9548 en lluvias.

**Tabla IV.42.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos del SA.

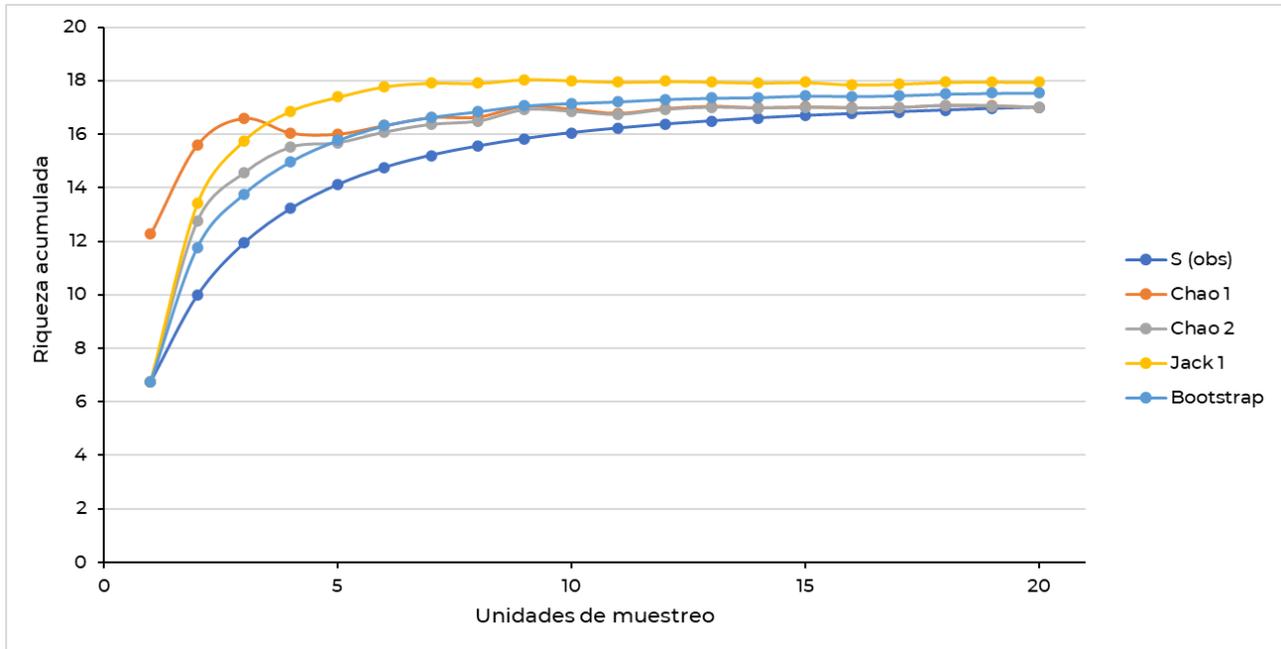
| <b>ÍNDICE</b>          | <b>VALOR</b> |                |
|------------------------|--------------|----------------|
|                        | <b>SECAS</b> | <b>LLUVIAS</b> |
| Riqueza                | 8            | 9              |
| Abundancia             | 33           | 40             |
| $H'_{Shannon}$         | 1.8552       | 2.0979         |
| EXP $H'_{Shannon}$     | 6.3932       | 8.1488         |
| INV $D'_{Simpson}$     | 5.0651       | 7.4074         |
| $H'_{MÁXIMA} = \ln(S)$ | 2.0794       | 2.1972         |
| $J'_{Pielou}$          | 0.8922       | 0.9548         |

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 6.3932 para secas y 8.1488 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 5.0651 y de 7.4074 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.

## EFICIENCIA DEL MUESTREO DEL SISTEMA AMBIENTAL

### HERPETOFAUNA

En el caso de la herpetofauna (anfibios y reptiles), durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que se casi se alcanza la asíntota, lo cual demuestra que realizó un muestreo adecuado y suficiente para estos dos grupos de fauna.



**Gráfico IV.2.** Curva de acumulación para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el sistema ambiental.

Lo cual también se demuestra con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 97.89% de representatividad. El índice de riqueza de jackknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (17.95), seguido de Bootstrap (17.55), mientras que Chao 1 y 2 predicen menos riqueza (17). Sin embargo, en ambos casos, no hay una diferencia significativa y la presentatividad de acuerdo a la riqueza observada (17 especies) se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

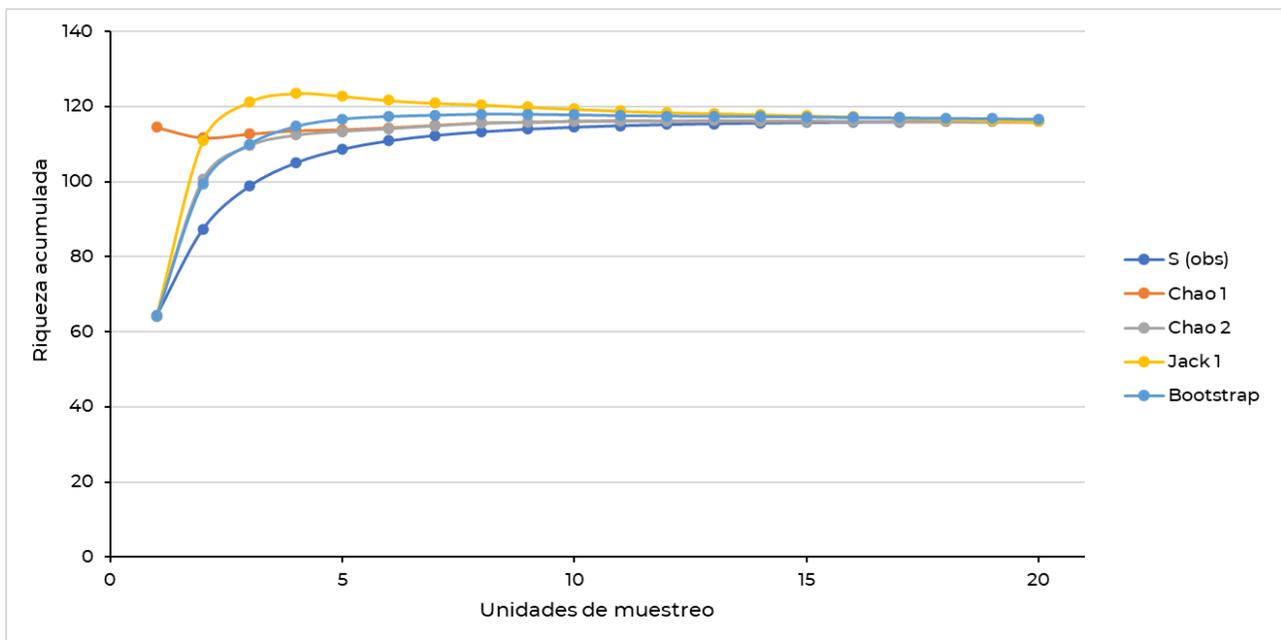
**Tabla IV.43.** de riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el sistema ambiental.

| <b>S (obs)</b>     | <b>17</b>               | <b>Representatividad %</b> |
|--------------------|-------------------------|----------------------------|
| <b>Estimadores</b> | <b>Riqueza estimada</b> |                            |
| Chao 1             | 17                      | 100.00%                    |
| Chao 2             | 17                      | 100.00%                    |

| S (obs)     | 17               | Representatividad % |
|-------------|------------------|---------------------|
| Estimadores | Riqueza estimada |                     |
| Jack 1      | 17.95            | 94.71%              |
| Bootstrap   | 17.55            | 96.87%              |

## AVES

En el caso de las aves, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que se alcanza la asíntota, lo cual demuestra que realizó un muestreo adecuado y suficiente para estos grupos de fauna.



**Gráfico IV.3.** Curva de acumulación para las aves durante las dos temporadas de muestreo.

Lo anterior también se demuestra con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 99.86% de representatividad. El índice de riqueza de Bootstrap fue el que mayor riqueza predijo (116.64). Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la presentatividad de acuerdo a la riqueza observada (116 especies) se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

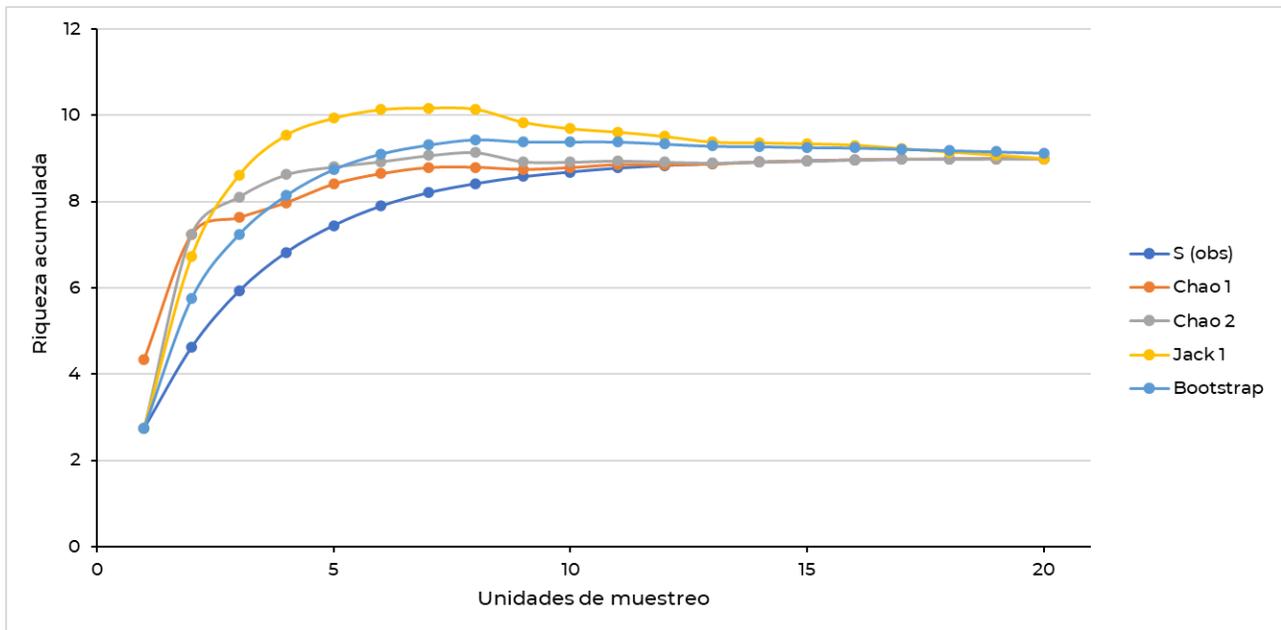
**Tabla IV.44.** Estimadores de riqueza y representatividad para el grupo de las aves durante las dos temporadas de muestreo.

| S (obs)     | 116              | Representatividad % |
|-------------|------------------|---------------------|
| Estimadores | Riqueza estimada |                     |
| Chao 1      | 116              | 100.00%             |
| Chao 2      | 116              | 100.00%             |

| S (obs)     | 116              | Representatividad % |
|-------------|------------------|---------------------|
| Estimadores | Riqueza estimada |                     |
| Jack 1      | 116              | 100.00%             |
| Bootstrap   | 116.64           | 99.45%              |

## MAMÍFEROS

En el caso de los mamíferos, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos una leve asíntota, donde se observa la estabilización de la curva al final del muestreo, con lo cual se demuestra que se realizó un muestreo adecuado y suficiente.



**Gráfico IV.4.** Curva de acumulación para los mamíferos durante las dos temporadas de muestreo en el sistema ambiental.

Esto también puede ser demostrado con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 99.64% de representatividad. El índice de riqueza de Bootstrap fue el que mayor riqueza predijo (9.13). Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la presentatividad de acuerdo a la riqueza observada (9 especies) ya que se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

**Tabla IV.45.** Estimadores de riqueza y representatividad para los mamíferos durante las dos temporadas de muestreo.

| S (obs)     | 9                | Representatividad % |
|-------------|------------------|---------------------|
| Estimadores | Riqueza estimada |                     |
| Chao 1      | 9                | 100.00%             |
| Chao 2      | 9                | 100.00%             |
| Jack 1      | 9                | 100.00%             |
| Bootstrap   | 9.13             | 98.58%              |

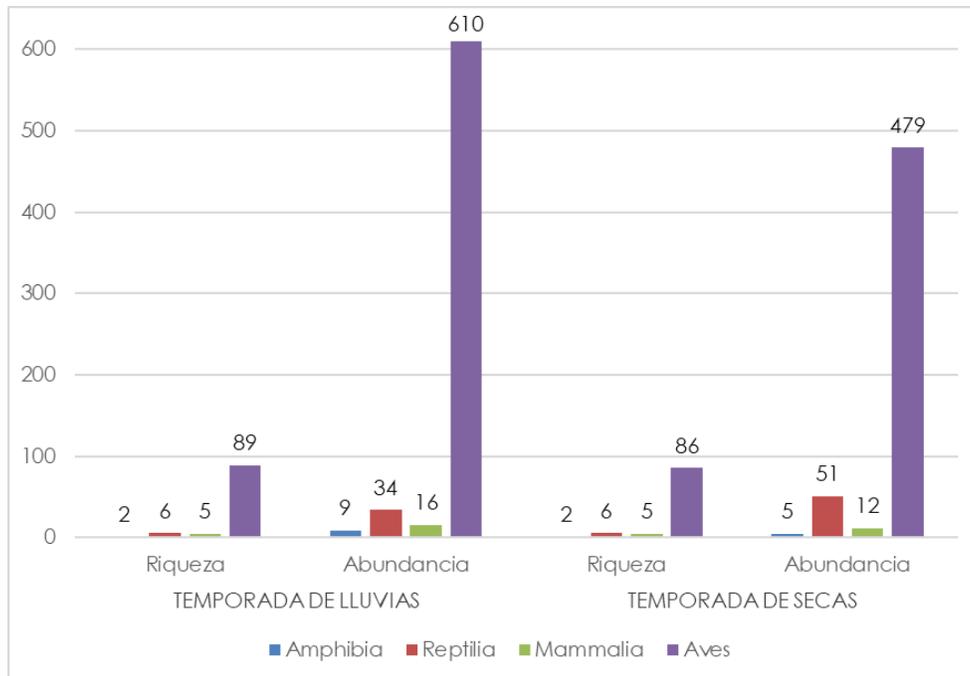
#### IV.2.2.2.4.3. RESULTADOS DE LA FAUNA DEL ÁREA DEL PROYECTO

De acuerdo a los muestreos realizados dentro de los transectos establecidos, se registraron 104 especies de vertebrados terrestres, siendo el grupo de las aves el de mayor riqueza con 89 especies, seguida del grupo de reptiles con siete especies, a este grupo le siguieron los mamíferos con seis especies y por último los para el grupo de los anfibios se registraron dos especies, tal y como se pude observar en la tabla siguiente.

**Tabla IV.46.** Riquezas y abundancias de los diferentes grupos registrados durante el trabajo de campo en el polígono del proyecto.

| GRUPO        | TEMPORADA DE LLUVIAS |             | TEMPORADA DE SECAS |             | TOTAL      |              |
|--------------|----------------------|-------------|--------------------|-------------|------------|--------------|
|              | RIQUEZA              | ABUNDANCIAS | RIQUEZA            | ABUNDANCIAS | RIQUEZA    | ABUNDANCIAS  |
| Amphibia     | 2                    | 9           | 2                  | 5           | 2          | 14           |
| Reptilia     | 6                    | 34          | 6                  | 51          | 7          | 85           |
| Mammalia     | 5                    | 16          | 5                  | 12          | 6          | 28           |
| Aves         | 89                   | 610         | 86                 | 479         | 89         | 1,089        |
| <b>TOTAL</b> | <b>102</b>           | <b>669</b>  | <b>99</b>          | <b>547</b>  | <b>104</b> | <b>1,216</b> |

De los muestreos realizados durante la temporada de lluvias se obtuvo la mayor riqueza y abundancia de especies. Durante ambos muestreos se registraron 104 especies de vertebrados terrestres, en la temporada de secas se registraron 99 especies con una abundancia de 547 organismos y durante la época de lluvias se observaron 669 individuos de 102 especies.



**Gráfico IV.5.** Distribución de la riqueza y abundancia dentro de los grupos de fauna silvestre registrada en el predio durante las dos temporadas de muestreo.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos en campo por cada grupo taxonómico.

### **ANFIBIOS**

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. La mayoría de las especies pasan por fases larvarias acuáticas en las que se produce el intercambio gaseoso en branquias externas. La metamorfosis a adultos, por lo general de forma terrestre, da lugar al desarrollo de los pulmones. Estos pulmones primitivos son relativamente ineficaces en comparación con los de otros vertebrados terrestres, de manera que la respiración se complementa con el intercambio de gases que se produce a través de la piel. La piel tiene una gran cantidad de glándulas que segregan una serie de productos que ayudan a mantener una superficie de intercambio suficientemente húmeda; sin embargo, los anfibios han restringido su hábitat a zonas y sitios húmedos, donde se observa la presencia de cuerpos de agua.

Es por esto que para el presente estudio se verifico únicamente la presencia de dos especies de anfibios dentro de los transectos. Esta podría considerarse una baja riqueza; sin embargo, partir de la información disponible en artículos, reportes de investigación, trabajos de tesis y en los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se ha podido reconocer para el estado de Yucatán un total de 18 especies de anfibios, representadas en 2 órdenes, 7 familias

y 13 géneros. Por lo que los registros obtenidos en el presente estudio representan el 28% de dichas especies registradas para el Estado. Por otra parte, de acuerdo a los muestreos realizados en el SA se obtuvo un total de cinco especies de anfibios, por lo que, de acuerdo al muestreo realizado en el predio, nuestros registros representan el 40%.

**Tabla IV.47.** Riqueza y abundancia total de las especies de anfibios verificadas en el predio del proyecto.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>   | <b>NOMBRE COMÚN</b> | <b>CAT</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------|---------------------|------------|-------------------|
| <i>Incilius valliceps</i>  | Sapo costero        |            | 8                 |
| <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo gigante        |            | 6                 |
| <b>TOTAL</b>               |                     |            | 14                |

Dentro de del predio del proyecto en la temporada de lluvias, el grupo de los anfibios obtuvo un total de nueve registros para dos especies de las cuales el sapo costero (*I. valliceps*) fue la especie más abundante al tener el mayor número de registros, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla IV.48.** Riqueza y abundancia de los anfibios durante la temporada de lluvias.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>   | <b>NOMBRE COMÚN</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------|---------------------|-------------------|
| <i>Incilius valliceps</i>  | Sapo costero        | 5                 |
| <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo gigante        | 4                 |
| <b>TOTAL</b>               |                     | 9                 |

Por otro lado, durante la temporada de secas, de igual forma se registraron dos especies con un total de cinco registros, de las cuales de nueva cuenta el sapo costero (*I. valliceps*) fue la especie más abundante, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla IV.49.** Riqueza y abundancia de los anfibios durante la temporada de secas.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>   | <b>NOMBRE COMÚN</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------|---------------------|-------------------|
| <i>Incilius valliceps</i>  | Sapo costero        | 3                 |
| <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo gigante        | 2                 |
| <b>TOTAL</b>               |                     | 5                 |

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, durante ambas temporadas no se registraron especies enlistadas dentro de esta norma.

Por otra parte, la máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los anfibios en nuestra área de estudio es de 0.6931 lluvias y 0.6931 en secas, con lo cual se puede decir que de acuerdo a nuestros resultados se encuentra cerca de alcanzarse la máxima diversidad, esto influenciado por el índice de distribución  $J'_{Pielou}$ , ya que para ambas temporadas se obtuvieron

valores por encima de los 0.9, y con el cual también se puede decir que dentro de este grupo no hay especies dominantes.

**Tabla IV.50.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios del SA.

| ÍNDICE            | VALOR  |         |
|-------------------|--------|---------|
|                   | SECAS  | LLUVIAS |
| Riqueza           | 2      | 2       |
| Abundancia        | 5      | 9       |
| H' Shannon        | 0.6730 | 0.6870  |
| EXP H' Shannon    | 1.9601 | 1.9877  |
| INV D' Simpson    | 1.9231 | 1.9756  |
| H' MÁXIMA= Ln (S) | 0.6931 | 0.6931  |
| J' Pielou         | 0.9710 | 0.9911  |

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 1.9601 para secas y 1.9877 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 1.9231 y de 1.9756 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.

## **REPTILES**

A partir de la información disponible y de los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Campbell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se reconoce que en el estado de Yucatán se distribuyen 87 especies: 2 de cocodrilos; 5 de tortugas marinas; 7 de tortugas terrestres o de agua dulce; 6 de gekkonidos; 20 de lagartijas; y 47 de serpientes.

De acuerdo a lo anterior y a los muestreos realizados, en el predio del proyecto se verifico la presencia de siete especies de reptiles dentro de los transectos previamente determinados, siendo el grupo de las lagartijas el mejor representado, por lo que estos registros representan el 9% de las especies registradas para la región (80 especies), esto sin considerar las especies de cocodrilos y tortugas marinas, debido a que por la ubicación de los sitios de muestreo es muy poco probable obtener registro alguna de estas especies (Brito-Castillo, 1998; Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006). Por otra parte, de acuerdo a los muestreos realizados en el SA se tuvo un registro de 12 especies de reptiles, por lo que, de acuerdo a esto, nuestros registros representan el 58%.

**Tabla IV.51.** Riqueza y abundancia total de las especies de reptiles verificadas en el SA.

| NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN                           | CAT | ABUNDANCIA |
|---------------------------------|--|-----|------------|
| <i>Basiliscus vittatus</i>      | Toloque rayado                         |     | 5          |
| <i>Ctenosaura similis</i>       | Iguana negra de cola espinosa          | A   | 11         |
| <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa de puntos amarillos |     | 27         |
| <i>Holcosus undulatus</i>       | Lagartija arcoíris                     |     | 22         |
| <i>Aspidoscelis angusticeps</i> | Huico yucateco                         |     | 17         |
| <i>Oxybelis fulgidus</i>        | Culebra bejuquilla verde               |     | 2          |
| <i>Stenorrhina freminvillei</i> | Culebra alacranera de sangre           |     | 1          |
| <b>TOTAL</b>                    |  |     | <b>85</b>  |

Durante todo el muestreo se registraron en total 85 individuos, donde las especies con mayor abundancia y densidad fueron la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) con 27 individuos observados, la lagartija arcoíris (*H. undulatus*) con 22 y el huico yucateco (*A. angusticeps*) con 17 ejemplares registrados.

Dentro del polígono del proyecto en temporada de lluvias, el grupo de los reptiles obtuvo un total de 34 registros para seis especies de las cuales dos especies la lagartija arcoíris (*H. undulatus*) y la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) fueron las especies más abundantes al tener el mayor número de registros, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla IV.52.** Riqueza y abundancia de los reptiles durante la temporada de lluvias.

| NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN                           | ABUNDANCIA |
|---------------------------------|--|------------|
| <i>Basiliscus vittatus</i>      | Toloque rayado                         | 2          |
| <i>Ctenosaura similis</i>       | Iguana negra de cola espinosa          | 4          |
| <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa de puntos amarillos | 10         |
| <i>Holcosus undulatus</i>       | Lagartija arcoíris                     | 11         |
| <i>Aspidoscelis angusticeps</i> | Huico yucateco                         | 6          |
| <i>Stenorrhina freminvillei</i> | Culebra alacranera de sangre           | 1          |
| <b>TOTAL</b>                    |  | <b>34</b>  |

Por otro lado, durante la temporada de secas, se registraron seis especies con un total de 51 registros, de las cuales la lagartija espinosa de puntos amarillos (*S. chrysostictus*) fue la más abundante, seguida de la lagartija arcoíris (*H. undulatus*) y el huico yucateco (*A. angusticeps*), tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla IV.53.** Riqueza y abundancia de los reptiles durante la temporada de secas.

| NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN                           | ABUNDANCIA |
|---------------------------------|--|------------|
| <i>Basiliscus vittatus</i>      | Toloque rayado                         | 3          |
| <i>Ctenosaura similis</i>       | Iguana negra de cola espinosa          | 7          |
| <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa de puntos amarillos | 17         |

|                                 |                          |           |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|
| <i>Holcosus undulatus</i>       | Lagartija arcoiris       | 11        |
| <i>Aspidoscelis angusticeps</i> | Huico yucateco           | 11        |
| <i>Oxybelis fulgidus</i>        | Culebra bejuquilla verde | 2         |
| <b>TOTAL</b>                    |                          | <b>51</b> |

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, únicamente se registró una especie catalogada como Amenazadas la iguana rayada (*C. similis*). Asimismo, fue registrada una especie endémica de la Península de Yucatán, la lagartija arcoiris (*H. undulatus*).

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.7918 durante las secas y de 1.7918 durante la temporada de lluvias, la  $H'_{Shannon}$  fue de 1.5941 durante las secas y 1.5533 en la temporada de lluvias, lo que nos indica este grupo se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una baja dominancia de especies como se puede apreciar de acuerdo al índice de equidad  $J'_{Pielou}$ , donde para ambas temporadas los índices están por encima de los 0.85.

**Tabla IV.54.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el predio del proyecto.

| ÍNDICE                 | VALOR  |         |
|------------------------|--------|---------|
|                        | SECAS  | LLUVIAS |
| Riqueza                | 6      | 6       |
| Abundancia             | 51     | 34      |
| $H'_{Shannon}$         | 1.5941 | 1.5533  |
| EXP $H'_{Shannon}$     | 4.9241 | 4.7270  |
| INV $D'_{Simpson}$     | 4.3862 | 4.1583  |
| $H'_{MÁXIMA} = \ln(S)$ | 1.7918 | 1.7918  |
| $J'_{Pielou}$          | 0.8897 | 0.8669  |

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 4.9241 para secas y 4.7270 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 4.3862 y de 4.1583 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán, de amplia distribución y cuya adaptación a la perturbación en las selvas ha sido reportada (Lee, 2000; González-Escamilla, 2004; González-Martínez, 2006).

## Aves

Se verifico la presencia de 89 especies que hacen uso directo de los fragmentos de vegetación presentes en el área del sistema ambiental del proyecto. Esto representa el 77% de las 116 especies registradas en el muestreo del sistema ambiental, el 19% de las especies registradas para el Estado de Yucatán (471 especies) y el 16% de especies de aves que han sido reportadas para la península con alrededor de 564 especies (Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; MacKinnon, 2017).

**Tabla IV.55.** Riqueza y abundancia total de las especies de aves verificadas en el predio del proyecto.

| NOMBRE CIENTÍFICO              | NOMBRE COMÚN            | CAT | ABUNDANCIA |
|--------------------------------|-------------------------|-----|------------|
| <i>Coragyps atratus</i>        | Zopilote común          |     | 7          |
| <i>Rupornis magnirostris</i>   | Aguililla caminera      |     | 5          |
| <i>Ortalis vetula</i>          | Chachalaca oriental     |     | 24         |
| <i>Colinus nigrogularis</i>    | Codorniz yucateca       |     | 22         |
| <i>Columbina passerina</i>     | Tortolita pico rojo     |     | 23         |
| <i>Columbina talpacoti</i>     | Tortolita canela        |     | 40         |
| <i>Leptotila jamaicensis</i>   | Paloma caribeña         |     | 4          |
| <i>Leptotila verreauxi</i>     | Paloma arroyera         |     | 7          |
| <i>Zenaida asiatica</i>        | Paloma alas blancas     |     | 44         |
| <i>Eumomota superciliosa</i>   | Momoto cejas azules     |     | 7          |
| <i>Coccyzus americanus</i>     | Cuculillo pico amarillo |     | 5          |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy       |     | 18         |
| <i>Geococcyx velox</i>         | Correcaminos tropical   |     | 8          |
| <i>Piaya cayana</i>            | Cuculillo canelo        |     | 3          |
| <i>Amazilia rufila</i>         | Colibrí canelo          |     | 13         |
| <i>Amazilia yucatanensis</i>   | Colibrí Vientre canelo  |     | 6          |
| <i>Cyananthus canivetii</i>    | Esmeralda tijereta      |     | 2          |
| <i>Chlorestes candida</i>      | Colibrí cándido         |     | 5          |
| <i>Melanerpes aurifrons</i>    | Carpintero cheje        |     | 18         |
| <i>Melanerpes pygmaeus</i>     | Carpintero yucateco     |     | 11         |
| <i>Sphyrapicus varius</i>      | Carpintero moteado      |     | 7          |
| <i>Dryobates scalaris</i>      | Carpintero mexicano     |     | 5          |
| <i>Eupsittula nana</i>         | Perico pecho sucio      | Pr  | 12         |
| <i>Glaucidium brasilianum</i>  | Tecolote bajoño         |     | 2          |
| <i>Chordeiles acutipennis</i>  | Chotacabras menor       |     | 7          |
| <i>Nyctidromus albicollis</i>  | Chotacabras pauraque    |     | 8          |
| <i>Antrostomus badius</i>      | Tapacaminos yucateco    |     | 5          |
| <i>Camptostoma imberbe</i>     | Mosquerito chillón      |     | 10         |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>         | <b>NOMBRE COMÚN</b>       | <b>CAT</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------------|---------------------------|------------|-------------------|
| <i>Contopus cinereus</i>         | Pibí Tropical sureño      |            | 6                 |
| <i>Megarynchus pitangua</i>      | Luis pico grueso          |            | 7                 |
| <i>Myiarchus tuberculifer</i>    | Papamoscas triste         |            | 14                |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | Papamoscas gritón         |            | 17                |
| <i>Myiarchus yucatanensis</i>    | Papamoscas yucateco       |            | 12                |
| <i>Myiopagis viridicata</i>      | Mosquerito verdoso        |            | 4                 |
| <i>Myiozetetes similis</i>       | Luisito común             |            | 23                |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>      | Bienteveo común           |            | 24                |
| <i>Tyrannus couchii</i>          | Tirano cuir               |            | 21                |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>    | Tirano pirirí             |            | 16                |
| <i>Pachyramphus aglaiae</i>      | Cabezón degollado         |            | 20                |
| <i>Pachyramphus major</i>        | Cabezón mexicano          |            | 9                 |
| <i>Troglodytes aedon</i>         | Saltapared común          |            | 27                |
| <i>Uropsila leucogastra</i>      | Saltapared vientre blanco |            | 19                |
| <i>Pheugopedius maculipectus</i> | Saltapared moteado        |            | 18                |
| <i>Turdus grayi</i>              | Mirlo café                |            | 11                |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | Vireón cejas canela       |            | 11                |
| <i>Vireo griseus</i>             | Vireo ojos blancos        |            | 10                |
| <i>Vireo pallens</i>             | Vireo manglero            | Pr         | 8                 |
| <i>Cyanocorax yncas</i>          | Chara verde               |            | 15                |
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | Chara yucateca            |            | 38                |
| <i>Dumetella carolinensis</i>    | Mau llador gris           |            | 6                 |
| <i>Mimus gilvus</i>              | Centzontle tropical       |            | 7                 |
| <i>Geothlypis poliocephala</i>   | Mascarita pico grueso     |            | 8                 |
| <i>Geothlypis trichas</i>        | Mascarita común           |            | 9                 |
| <i>Mniotilta varia</i>           | Chipe trepador            |            | 5                 |
| <i>Parkesia noveboracensis</i>   | Chipe charquero           |            | 5                 |
| <i>Seiurus aurocapilla</i>       | Chipe suelero             |            | 4                 |
| <i>Setophaga citrina</i>         | Chipe encapuchado         |            | 8                 |
| <i>Setophaga coronata</i>        | Chipe rabadilla amarilla  |            | 6                 |
| <i>Setophaga dominica</i>        | Chipe garganta amarilla   |            | 10                |
| <i>Setophaga fusca</i>           | Chipe garganta naranja    |            | 4                 |
| <i>Setophaga magnolia</i>        | Chipe de magnolias        |            | 14                |
| <i>Setophaga petechia</i>        | Chipe amarillo            |            | 16                |
| <i>Setophaga ruticilla</i>       | Pavito migratorio         |            | 9                 |
| <i>Setophaga virens</i>          | Chipe dorso verde         |            | 6                 |
| <i>Arremonops rufivirgatus</i>   | Rascador oliváceo         |            | 21                |
| <i>Polioptila caerulea</i>       | Perlita azulgrís          |            | 17                |
| <i>Tiaris olivaceus</i>          | Semillero oliváceo        |            | 11                |

| NOMBRE CIENTÍFICO               | NOMBRE COMÚN                | CAT | ABUNDANCIA   |
|---------------------------------|-----------------------------|-----|--------------|
| <i>Volatinia jacarina</i>       | Semillero brincador         |     | 15           |
| <i>Sporophila moreletii</i>     | Semillero de Collar         |     | 17           |
| <i>Saltator atriceps</i>        | Saltador cabeza negra       |     | 21           |
| <i>Saltator grandis</i>         | Saltador gris mesoamericano |     | 14           |
| <i>Cardinalis cardinalis</i>    | Cardenal rojo               |     | 3            |
| <i>Cyanocompsa parellina</i>    | Colorín azulnegro           |     | 13           |
| <i>Passerina caerulea</i>       | Picogordo azul              |     | 16           |
| <i>Passerina ciris</i>          | Colorín sietecolores        | Pr  | 4            |
| <i>Passerina cyanea</i>         | Colorín azul                |     | 12           |
| <i>Pheucticus ludovicianus</i>  | Picogordo degollado         |     | 9            |
| <i>Piranga rubra</i>            | Piranga roja                |     | 3            |
| <i>Amblycercus holosericeus</i> | Cacique pico claro          |     | 1            |
| <i>Dives dives</i>              | Tordo cantor                |     | 13           |
| <i>Molothrus aeneus</i>         | Tordo ojos rojos            |     | 17           |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>      | Zanate mexicano             |     | 23           |
| <i>Icterus auratus</i>          | Calandria dorso naranja     |     | 14           |
| <i>Icterus cucullatus</i>       | Calandria dorso negro menor |     | 20           |
| <i>Icterus gularis</i>          | Calandria dorso negro mayor |     | 19           |
| <i>Icterus mesomelas</i>        | Calandria cola amarilla     |     | 7            |
| <i>Icterus spurius</i>          | Calandria castaña           |     | 4            |
| <i>Euphonia hirundinacea</i>    | Eufonia garganta amarilla   |     | 4            |
| <i>Spinus psaltria</i>          | Jilguerito dominico         |     | 16           |
| <b>TOTAL</b>                    |                             |     | <b>1,089</b> |

En total se contabilizaron 1,089 individuos de los cuales las especies de mayor abundancia fueron: la paloma ala blanca (*Z. asiática*), la tortolita canela (*C. talpacoti*) y la chara yucateca (*C. yucatanicus*), quienes registraron más de 30 individuos cada uno, durante todo el muestreo.

Para el grupo de las aves, durante la etapa de muestreo en lluvias, se obtuvo una riqueza de 89 especies con un total de 610 registros. De estas especies, tres especies la paloma la blanca (*Z. asiatica*), la tortola rojiza (*C. talpacoti*) y la chara yucateca (*C. yucatanicus*), son catalogadas como abundantes. Mientras que el tecolote bajeño (*G. brasilianum*) y el cacique pico claro (*A. holosericeus*).

**Tabla IV.56.** Riqueza y abundancia de las aves durante la temporada de lluvias.

| NOMBRE CIENTÍFICO            | NOMBRE COMÚN       | ABUNDANCIA |
|------------------------------|--------------------|------------|
| <i>Coragyps atratus</i>      | Zopilote común     | 3          |
| <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguililla caminera | 3          |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>       | <b>NOMBRE COMÚN</b>    | <b>ABUNDANCIA</b> |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|
| <i>Ortalis vetula</i>          | Chachalaca oriental    | 14                |
| <i>Colinus nigrogularis</i>    | Codorniz yucateca      | 11                |
| <i>Columbina passerina</i>     | Tortolita pico rojo    | 11                |
| <i>Columbina talpacoti</i>     | Tortolita canela       | 22                |
| <i>Leptotila jamaicensis</i>   | Paloma caribeña        | 2                 |
| <i>Leptotila verreauxi</i>     | Paloma arroyera        | 4                 |
| <i>Zenaida asiatica</i>        | Paloma alas blancas    | 24                |
| <i>Eumomota superciliosa</i>   | Momoto cejas azules    | 5                 |
| <i>Coccyzus americanus</i>     | Cuclillo pico amarillo | 3                 |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy      | 9                 |
| <i>Geococcyx velox</i>         | Correcaminos tropical  | 4                 |
| <i>Piaya cayana</i>            | Cuclillo canelo        | 2                 |
| <i>Amazilia rutila</i>         | Colibrí canelo         | 6                 |
| <i>Amazilia yucatanensis</i>   | Colibrí Vientre canelo | 3                 |
| <i>Cynanthus canivetii</i>     | Esmeralda tijereta     | 2                 |
| <i>Chlorestes candida</i>      | Colibrí cándido        | 3                 |
| <i>Melanerpes aurifrons</i>    | Carpintero cheje       | 10                |
| <i>Melanerpes pygmaeus</i>     | Carpintero yucateco    | 6                 |
| <i>Sphyrapicus varius</i>      | Carpintero moteado     | 4                 |
| <i>Dryobates scalaris</i>      | Carpintero mexicano    | 3                 |
| <i>Eupsittula nana</i>         | Perico pecho sucio     | 8                 |
| <i>Glaucidium brasilianum</i>  | Tecolote bajeño        | 1                 |
| <i>Chordeiles acutipennis</i>  | Chotacabras menor      | 4                 |
| <i>Nyctidromus albicollis</i>  | Chotacabras pauraque   | 3                 |
| <i>Antrostomus badius</i>      | Tapacaminos yucateco   | 2                 |
| <i>Camptostoma imberbe</i>     | Mosquerito chillón     | 5                 |
| <i>Contopus cinereus</i>       | Pibí Tropical sureño   | 4                 |
| <i>Megarynchus pitangua</i>    | Luis pico grueso       | 2                 |
| <i>Myiarchus tuberculifer</i>  | Papamoscas triste      | 8                 |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i>    | Papamoscas gritón      | 11                |
| <i>Myiarchus yucatanensis</i>  | Papamoscas yucateco    | 7                 |
| <i>Myiopagis viridicata</i>    | Mosquerito verdoso     | 2                 |
| <i>Myiozetetes similis</i>     | Luisito común          | 13                |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>    | Bienteveo común        | 11                |
| <i>Tyrannus couchii</i>        | Tirano cuir            | 13                |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>  | Tirano pirirí          | 8                 |
| <i>Pachyramphus aglaiae</i>    | Cabezón degollado      | 11                |
| <i>Pachyramphus major</i>      | Cabezón mexicano       | 5                 |
| <i>Troglodytes aedon</i>       | Saltapared común       | 15                |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>         | <b>NOMBRE COMÚN</b>         | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| <i>Uropsila leucogastra</i>      | Saltapared vientre blanco   | 12                |
| <i>Pheugopedius maculipectus</i> | Saltapared moteado          | 10                |
| <i>Turdus grayi</i>              | Mirlo café                  | 5                 |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | Vireón cejas canela         | 6                 |
| <i>Vireo griseus</i>             | Vireo ojos blancos          | 6                 |
| <i>Vireo pallens</i>             | Vireo manglero              | 4                 |
| <i>Cyanocorax yncas</i>          | Chara verde                 | 9                 |
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | Chara yucateca              | 23                |
| <i>Dumetella carolinensis</i>    | Mauilador gris              | 3                 |
| <i>Mimus gilvus</i>              | Centzontle tropical         | 4                 |
| <i>Geothlypis poliocephala</i>   | Mascarita pico grueso       | 5                 |
| <i>Geothlypis trichas</i>        | Mascarita común             | 4                 |
| <i>Mniotilta varia</i>           | Chipe trepador              | 3                 |
| <i>Parkesia noveboracensis</i>   | Chipe charquero             | 3                 |
| <i>Seiurus aurocapilla</i>       | Chipe suelero               | 2                 |
| <i>Setophaga citrina</i>         | Chipe encapuchado           | 5                 |
| <i>Setophaga coronata</i>        | Chipe rabadilla amarilla    | 3                 |
| <i>Setophaga dominica</i>        | Chipe garganta amarilla     | 6                 |
| <i>Setophaga fusca</i>           | Chipe garganta naranja      | 2                 |
| <i>Setophaga magnolia</i>        | Chipe de magnolias          | 8                 |
| <i>Setophaga petechia</i>        | Chipe amarillo              | 9                 |
| <i>Setophaga ruticilla</i>       | Pavito migratorio           | 5                 |
| <i>Setophaga virens</i>          | Chipe dorso verde           | 5                 |
| <i>Arremonops rufivirgatus</i>   | Rascador oliváceo           | 11                |
| <i>Poliophtila caerulea</i>      | Perlita azulgrís            | 8                 |
| <i>Tiaris olivaceus</i>          | Semillero oliváceo          | 5                 |
| <i>Volatinia jacarina</i>        | Semillero brincador         | 6                 |
| <i>Sporophila morelleti</i>      | Semillero de Collar         | 11                |
| <i>Saltator atriceps</i>         | Saltador cabeza negra       | 11                |
| <i>Saltator grandis</i>          | Saltador gris mesoamericano | 8                 |
| <i>Cardinalis cardinalis</i>     | Cardenal rojo               | 2                 |
| <i>Cyanocompsa parellina</i>     | Colorín azulnegro           | 9                 |
| <i>Passerina caerulea</i>        | Picogordo azul              | 10                |
| <i>Passerina ciris</i>           | Colorín sietecolores        | 2                 |
| <i>Passerina cyanea</i>          | Colorín azul                | 8                 |
| <i>Pheucticus ludovicianus</i>   | Picogordo degollado         | 5                 |
| <i>Piranga rubra</i>             | Piranga roja                | 3                 |
| <i>Amblycercus holosericeus</i>  | Cacique pico claro          | 1                 |
| <i>Dives dives</i>               | Tordo cantor                | 8                 |

| NOMBRE CIENTÍFICO            | NOMBRE COMÚN                | ABUNDANCIA |
|------------------------------|-----------------------------|------------|
| <i>Molothrus aeneus</i>      | Tordo ojos rojos            | 11         |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>   | Zanate mexicano             | 11         |
| <i>Icterus auratus</i>       | Calandria dorso naranja     | 9          |
| <i>Icterus cucullatus</i>    | Calandria dorso negro menor | 12         |
| <i>Icterus gularis</i>       | Calandria dorso negro mayor | 11         |
| <i>Icterus mesomelas</i>     | Calandria cola amarilla     | 6          |
| <i>Icterus spurius</i>       | Calandria castaña           | 3          |
| <i>Euphonia hirundinacea</i> | Eufonia garganta amarilla   | 2          |
| <i>Spinus psaltria</i>       | Jilguerito dominico         | 8          |
| <b>TOTAL</b>                 |                             | <b>610</b> |

Durante la etapa de muestreo en secas, se obtuvo una riqueza de 86 especies con un total de 479 registros. De estas especies, tres especies la paloma la blanca (*Z. asiatica*), la tortola rojiza (*C. talpacoti*) y la chara yucateca (*C. yucatanicus*), fueron las especies más abundantes.

**Tabla IV.57.** Riqueza y abundancia de las aves durante la temporada de secas.

| NOMBRE CIENTÍFICO              | NOMBRE COMÚN           | ABUNDANCIA |
|--------------------------------|------------------------|------------|
| <i>Coragyps atratus</i>        | Zopilote común         | 4          |
| <i>Rupornis magnirostris</i>   | Aguililla caminera     | 2          |
| <i>Ortalis vetula</i>          | Chachalaca oriental    | 10         |
| <i>Colinus nigrogularis</i>    | Codorniz yucateca      | 11         |
| <i>Columbina passerina</i>     | Tortolita pico rojo    | 12         |
| <i>Columbina talpacoti</i>     | Tortolita canela       | 18         |
| <i>Leptotila jamaicensis</i>   | Paloma caribeña        | 2          |
| <i>Leptotila verreauxi</i>     | Paloma arroyera        | 3          |
| <i>Zenaida asiatica</i>        | Paloma alas blancas    | 20         |
| <i>Eumomota superciliosa</i>   | Momoto cejas azules    | 2          |
| <i>Coccyzus americanus</i>     | Cuclillo pico amarillo | 2          |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy      | 9          |
| <i>Geococcyx velox</i>         | Correcaminos tropical  | 4          |
| <i>Piaya cayana</i>            | Cuclillo canelo        | 1          |
| <i>Amazilia rutila</i>         | Colibrí canelo         | 7          |
| <i>Amazilia yucatanensis</i>   | Colibrí Vientre canelo | 3          |
| <i>Chlorestes candida</i>      | Colibrí cándido        | 2          |
| <i>Melanerpes aurifrons</i>    | Carpintero cheje       | 8          |
| <i>Melanerpes pygmaeus</i>     | Carpintero yucateco    | 5          |
| <i>Sphyrapicus varius</i>      | Carpintero moteado     | 3          |
| <i>Dryobates scalaris</i>      | Carpintero mexicano    | 2          |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>         | <b>NOMBRE COMÚN</b>       | <b>ABUNDANCIA</b> |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <i>Eupsittula nana</i>           | Perico pecho sucio        | 4                 |
| <i>Glaucidium brasilianum</i>    | Tecolote bajero           | 1                 |
| <i>Chordeiles acutipennis</i>    | Chotacabras menor         | 3                 |
| <i>Nyctidromus albicollis</i>    | Chotacabras pauraque      | 5                 |
| <i>Antrostomus badius</i>        | Tapacaminos yucateco      | 3                 |
| <i>Campostoma imberbe</i>        | Mosquerito chillón        | 5                 |
| <i>Contopus cinereus</i>         | Pibí Tropical sureño      | 2                 |
| <i>Megarynchus pitangua</i>      | Luis pico grueso          | 5                 |
| <i>Myiarchus tuberculifer</i>    | Papamoscas triste         | 6                 |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i>      | Papamoscas gritón         | 6                 |
| <i>Myiarchus yucatanensis</i>    | Papamoscas yucateco       | 5                 |
| <i>Myiopagis viridicata</i>      | Mosquerito verdoso        | 2                 |
| <i>Myiozetetes similis</i>       | Luisito común             | 10                |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>      | Bienteveo común           | 13                |
| <i>Tyrannus couchii</i>          | Tirano cuir               | 8                 |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>    | Tirano pirirí             | 8                 |
| <i>Pachyramphus aglaiae</i>      | Cabezón degollado         | 9                 |
| <i>Pachyramphus major</i>        | Cabezón mexicano          | 4                 |
| <i>Troglodytes aedon</i>         | Saltapared común          | 12                |
| <i>Uropsila leucogastra</i>      | Saltapared vientre blanco | 7                 |
| <i>Pheugopedius maculipectus</i> | Saltapared moteado        | 8                 |
| <i>Turdus grayi</i>              | Mirlo café                | 6                 |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i>      | Vireón cejas canela       | 5                 |
| <i>Vireo griseus</i>             | Vireo ojos blancos        | 4                 |
| <i>Vireo pallens</i>             | Vireo manglero            | 4                 |
| <i>Cyanocorax yncas</i>          | Chara verde               | 6                 |
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i>    | Chara yucateca            | 15                |
| <i>Dumetella carolinensis</i>    | Mauillador gris           | 3                 |
| <i>Mimus gilvus</i>              | Centzontle tropical       | 3                 |
| <i>Geothlypis poliocephala</i>   | Mascarita pico grueso     | 3                 |
| <i>Geothlypis trichas</i>        | Mascarita común           | 5                 |
| <i>Mniotilta varia</i>           | Chipe trepador            | 2                 |
| <i>Parkesia noveboracensis</i>   | Chipe charquero           | 2                 |
| <i>Seiurus aurocapilla</i>       | Chipe suelero             | 2                 |
| <i>Setophaga citrina</i>         | Chipe encapuchado         | 3                 |
| <i>Setophaga coronata</i>        | Chipe rabadilla amarilla  | 3                 |
| <i>Setophaga dominica</i>        | Chipe garganta amarilla   | 4                 |
| <i>Setophaga fusca</i>           | Chipe garganta naranja    | 2                 |
| <i>Setophaga magnolia</i>        | Chipe de magnolias        | 6                 |

| NOMBRE CIENTÍFICO              | NOMBRE COMÚN                | ABUNDANCIA |
|--------------------------------|-----------------------------|------------|
| <i>Setophaga petechia</i>      | Chipe amarillo              | 7          |
| <i>Setophaga ruticilla</i>     | Pavito migratorio           | 4          |
| <i>Setophaga virens</i>        | Chipe dorso verde           | 1          |
| <i>Arremonops rufivirgatus</i> | Rascador oliváceo           | 10         |
| <i>Polioptila caerulea</i>     | Perlita azulgrís            | 9          |
| <i>Tiaris olivaceus</i>        | Semillero oliváceo          | 6          |
| <i>Volatinia jacarina</i>      | Semillero brincador         | 9          |
| <i>Sporophila moreletii</i>    | Semillero de Collar         | 6          |
| <i>Saltator atriceps</i>       | Saltador cabeza negra       | 10         |
| <i>Saltator grandis</i>        | Saltador gris mesoamericano | 6          |
| <i>Cardinalis cardinalis</i>   | Cardenal rojo               | 1          |
| <i>Cyanocompsa parellina</i>   | Colorín azulnegro           | 4          |
| <i>Passerina caerulea</i>      | Picogordo azul              | 6          |
| <i>Passerina ciris</i>         | Colorín sietecolores        | 2          |
| <i>Passerina cyanea</i>        | Colorín azul                | 4          |
| <i>Pheucticus ludovicianus</i> | Picogordo degollado         | 4          |
| <i>Dives dives</i>             | Tordo cantor                | 5          |
| <i>Molothrus aeneus</i>        | Tordo ojos rojos            | 6          |
| <i>Quiscalus mexicanus</i>     | Zanate mexicano             | 12         |
| <i>Icterus auratus</i>         | Calandria dorso naranja     | 5          |
| <i>Icterus cucullatus</i>      | Calandria dorso negro menor | 8          |
| <i>Icterus gularis</i>         | Calandria dorso negro mayor | 8          |
| <i>Icterus mesomelas</i>       | Calandria cola amarilla     | 1          |
| <i>Icterus spurius</i>         | Calandria castaña           | 1          |
| <i>Euphonia hirundinacea</i>   | Eufonia garganta amarilla   | 2          |
| <i>Spinus psaltria</i>         | Jilguerito dominico         | 8          |
| <b>TOTAL</b>                   |                             | <b>479</b> |

En lo que respecta a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fue registradas tres especies catalogadas bajo Protección Especial, el perico pecho sucio (*E. nana*), el vireo manglero (*V. pallens*) y el colorín sietecolores (*P. ciris*). Para el caso de las especies endémicas a la provincia biótica de la Península de Yucatán fueron registradas 10 especies, la codorniz yucateca (*C. nigrogularis*), la paloma caribeña (*L. jamaicensis*), el colibrí vientre canelo (*A. yucatanensis*), el carpintero yucateco (*M. pygmaeus*), el tapacamino yucateco (*A. badius*), el papamoscas yucateco (*M. yucatanensis*), el saltapared vientre blanco (*U. leucogastra*), la chara yucateca (*C. yucatanicus*), el rascador oliváceo (*A. rufivirgatus*) y la calandria dorso naranja (*I. auratus*).

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 4.4543 durante las secas y de 4.4886 durante la temporada de lluvias, la  $H'_{Shannon}$  fue de

4.2436 en secas y de 4.2825 durante la temporada de lluvias, lo que nos indica que para ambas temporadas la riqueza se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una alta  $J'_{Pielou}$  (equidad) obteniendo 0.9527 en secas y 0.9541 en lluvias.

**Tabla IV.58.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio del proyecto.

| ÍNDICE                 | VALOR   |         |
|------------------------|---------|---------|
|                        | SECAS   | LLUVIAS |
| Riqueza                | 86      | 89      |
| Abundancia             | 479     | 610     |
| $H'_{Shannon}$         | 4.2436  | 4.2825  |
| EXP $H'_{Shannon}$     | 69.6597 | 72.4185 |
| INV $D'_{Simpson}$     | 58.7858 | 61.1002 |
| $H'_{MÁXIMA} = \ln(S)$ | 4.4543  | 4.4886  |
| $J'_{Pielou}$          | 0.9527  | 0.9541  |

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 69.6597 para secas y 72.4185 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 58.7858 y de 61.1002 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y se han visto favorecidas por la presencia de las actividades agropecuarias y por la presencia de fragmentos con vegetación semiabierto y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación como sucede en el predio y los cuales se ven favorecidos principalmente por áreas donde el estrato arbustivo está bien representado o en zonas donde existen pastizales inducidos como en la zonas ganaderas y agrícolas (Howell y Webb, 1995).

### **Mamíferos terrestres**

La lista sistemática de los mamíferos de Yucatán incluye 128 especies (99 terrestres y 29 marinos), comprendidas en 97 géneros (78 terrestres y 19 marinos), 37 familias (29 terrestres y 8 marinos). Los órdenes con mayor número de especies son Chiroptera (43), Cetacea (27) y Rodentia (19), que juntos representan el 69.5% de la mastofauna del estado (Sosa-Escalante, 2014). Por su parte, de acuerdo a los muestreos realizados en el sistema ambiental del proyecto se registraron nueve especies.

De acuerdo al muestreo realizado dentro del predio del proyecto, se registraron seis especies, lo que de acuerdo a los expuesto en el párrafo anterior representa el 16% de los mamíferos reportados para el Estado de Yucatán, esto sin considerar especies marinas y a los órdenes Quiróptera y Rodentia, ya que para el presente estudio no fueron considerados. Así como el 43% del total de especies presentes en el sistema ambiental.

**Tabla IV.59.** Riqueza y abundancia total de las especies de mamíferos verificados en el polígono del proyecto.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>        | <b>NOMBRE COMÚN</b>       | <b>CAT</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|---------------------------------|---------------------------|------------|-------------------|
| <i>Dasypus novemcinctus</i>     | Armadillo de nueve bandas |            | 2                 |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | Conejo serrano            |            | 5                 |
| <i>Sciurus yucatanensis</i>     | Ardilla yucateca          |            | 8                 |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris                |            | 2                 |
| <i>Nasua narica</i>             | Coatí                     |            | 9                 |
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca        |            | 2                 |
| <b>TOTAL</b>                    |                           |            | <b>28</b>         |

Con base en la información de campo permiten indicar que el Coatí (*N. narica*) obtuvo las mayores abundancias con nueve individuos observados a lo largo de todo el muestreo, seguido de la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*), tal y como se observa en la tabla anterior.

Para el grupo de los mamíferos, durante la temporada de muestreo de lluvias, se registraron cinco especies con un total de 16 registros de los cuales el coatí (*N. narica*) y la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*) fueron las especies más abundantes.

**Tabla IV.60.** Riqueza y abundancia de los mamíferos durante la temporada de lluvias.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>      | <b>NOMBRE COMÚN</b>       | <b>ABUNDANCIA</b> |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <i>Dasypus novemcinctus</i>   | Armadillo de nueve bandas | 1                 |
| <i>Sylvilagus floridanus</i>  | Conejo serrano            | 3                 |
| <i>Sciurus yucatanensis</i>   | Ardilla yucateca          | 5                 |
| <i>Nasua narica</i>           | Coatí                     | 5                 |
| <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado cola blanca        | 2                 |
| <b>TOTAL</b>                  |                           | <b>16</b>         |

Por otro lado, durante la temporada de secas se registraron 12 organismos de cinco especies, de las cuales el coatí (*N. narica*) fue la especie más abundante, seguida por la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*), tal y como se observa en la tabla siguiente.

**Tabla IV.61.** Riqueza y abundancia de los mamíferos durante la temporada de secas.

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>     | <b>NOMBRE COMÚN</b>       | <b>ABUNDANCIA</b> |
|------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <i>Dasypus novemcinctus</i>  | Armadillo de nueve bandas | 1                 |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo serrano            | 2                 |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>        | <b>NOMBRE COMÚN</b> | <b>ABUNDANCIA</b> |
|---------------------------------|---------------------|-------------------|
| <i>Sciurus yucatanensis</i>     | Ardilla yucateca    | 3                 |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris          | 2                 |
| <i>Nasua narica</i>             | Coatí               | 4                 |
| <b>TOTAL</b>                    |                     | <b>12</b>         |

Ninguna de las especies registradas resulto ser endémica de la provincia biótica de la Península de Yucatán o se encuentra catalogada bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 1.6094 durante las secas y de 1.6094 durante la temporada de lluvias, la  $H'_{Shannon}$  fue de 1.5171 en secas y de 1.4741 durante la temporada de lluvias, lo que nos indica que para ambas temporadas la riqueza se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada, influenciado por una alta  $J'_{Pielou}$  (equidad) obteniendo 0.9426 en secas y 0.9159 en lluvias.

**Tabla IV.62.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos del polígono del proyecto.

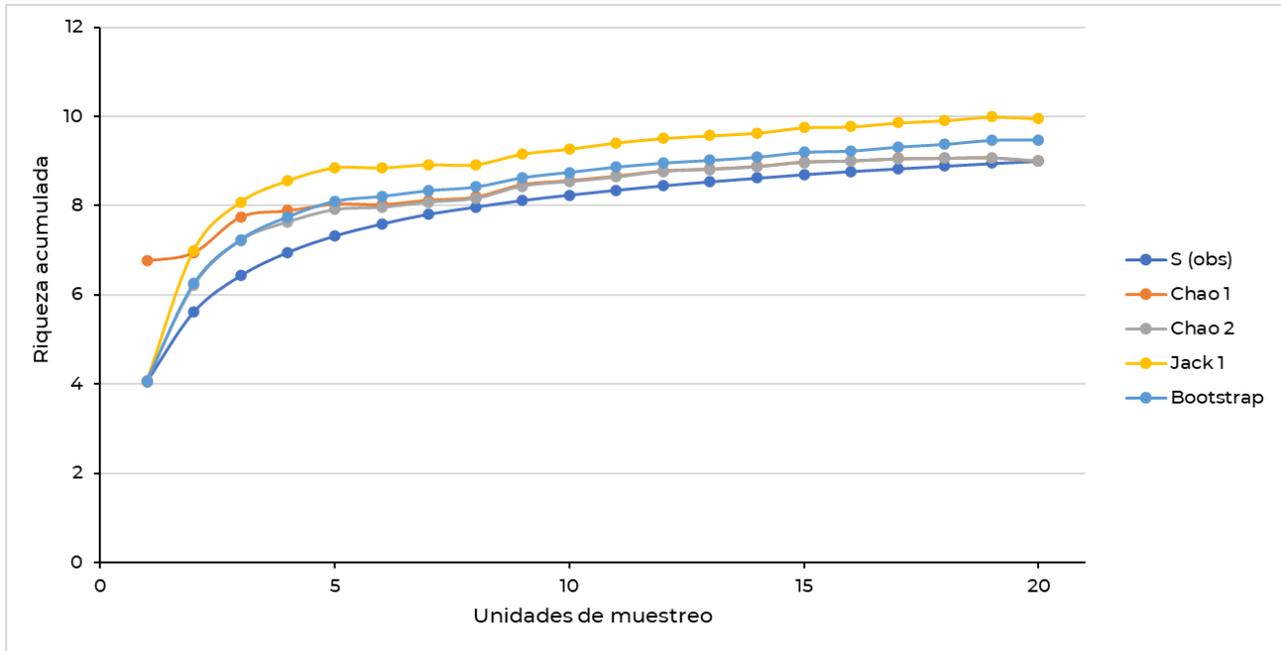
| <b>ÍNDICE</b>          | <b>VALOR</b> |                |
|------------------------|--------------|----------------|
|                        | <b>SECAS</b> | <b>LLUVIAS</b> |
| Riqueza                | 5            | 5              |
| Abundancia             | 12           | 16             |
| $H'_{Shannon}$         | 1.5171       | 1.4741         |
| EXP $H'_{Shannon}$     | 4.5590       | 4.3669         |
| INV $D'_{Simpson}$     | 4.2353       | 4.0000         |
| $H'_{MÁXIMA} = \ln(S)$ | 1.6094       | 1.6094         |
| $J'_{Pielou}$          | 0.9426       | 0.9159         |

En cuanto a los índices de diversidad verdadera, para la temporada de secas se obtuvo para el exponencial de Shannon 4.5590 para secas y 4.3669 para la época de lluvias. En el caso del inverso de Simpson se tuvo para las secas un valor de 4.2353 y de 4.0000 para lluvias. Como se puede apreciar son valores similares cercanos a los valores obtenidos durante el presente muestreo.

## EFICIENCIA DEL MUESTREO DEL ÁREA DEL PROYECTO

### HERPETOFAUNA

En el caso de la herpetofauna (anfibios y reptiles), durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que se casi se alcanza la asíntota, lo cual demuestra que realizó un muestreo adecuado y suficiente para estos dos grupos de fauna.



**Gráfico IV.6.** Curva de acumulación para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el polígono del proyecto.

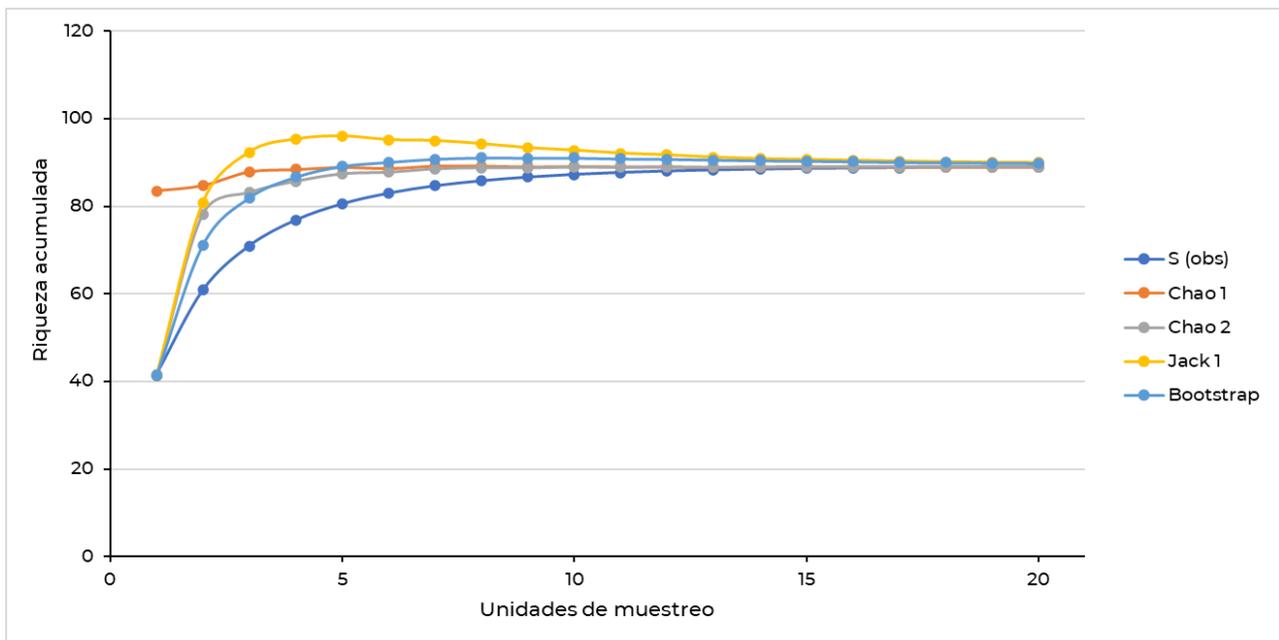
Lo cual también se demuestra con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 96.35% de representatividad. El índice de riqueza de jackknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (9.95), seguido de Bootstrap (9.48), mientras que Chao 1 y 2 predicen menos riqueza (9). Sin embargo, en ambos casos, no hay una diferencia significativa y la presentatividad de acuerdo a la riqueza observada (9 especies) se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

**Tabla IV.63.** de riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las dos temporadas de muestreo en el sistema ambiental.

| S (obs)     | 9                | Representatividad % |
|-------------|------------------|---------------------|
| Estimadores | Riqueza estimada |                     |
| Chao 1      | 9                | 100.00%             |
| Chao 2      | 9                | 100.00%             |
| Jack 1      | 9.95             | 90.45%              |
| Bootstrap   | 9.48             | 94.94%              |

## AVES

En el caso de las aves, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos que se alcanza la asíntota, lo cual demuestra que realizó un muestreo adecuado y suficiente para estos grupos de fauna.



**Gráfico IV.7.** Curva de acumulación para las aves durante las dos temporadas de muestreo.

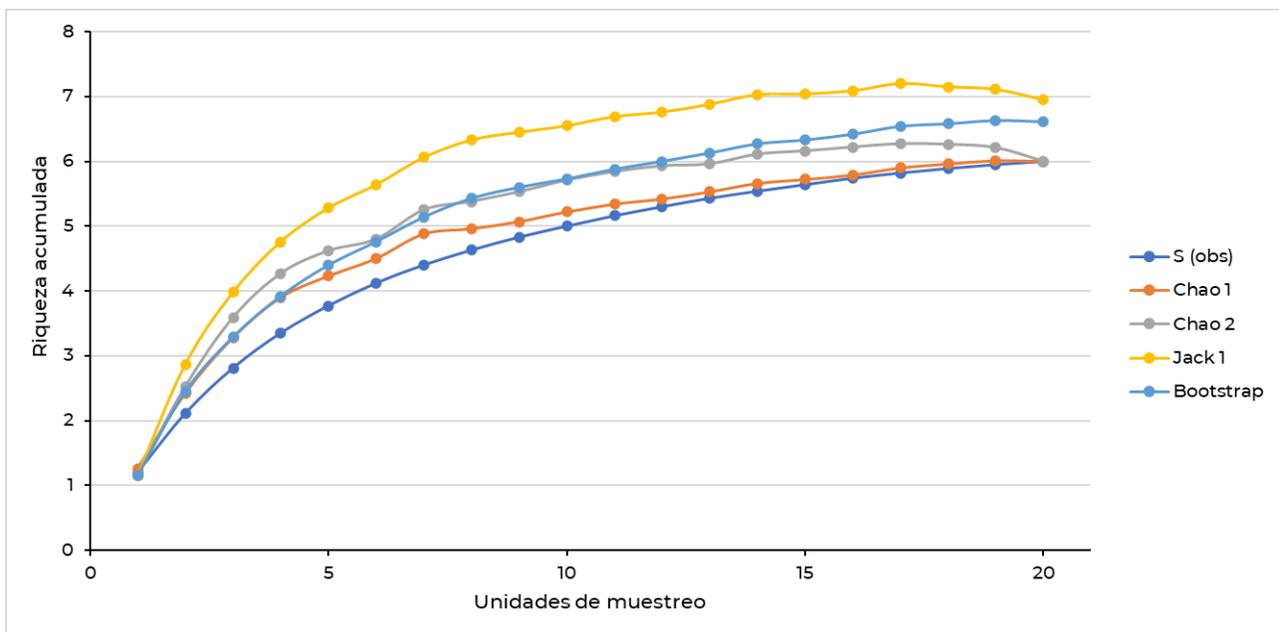
Lo anterior también se demuestra con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 99.50% de representatividad. El índice de riqueza de jackknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (89.95), seguido de Bootstrap (89.83), mientras que Chao 1 y 2 predicen menos riqueza (89). Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia significativa y la presentatividad de acuerdo a la riqueza observada (89 especies) se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

**Tabla IV.64.** Estimadores de riqueza y representatividad para el grupo de las aves durante las etapas de muestreo.

| S (obs)     | 89               | Representatividad % |
|-------------|------------------|---------------------|
| Estimadores | Riqueza estimada |                     |
| Chao 1      | 89               | 100.00%             |
| Chao 2      | 89               | 100.00%             |
| Jack 1      | 89.95            | 98.94%              |
| Bootstrap   | 89.83            | 99.08%              |

## MAMÍFEROS

En el caso de los mamíferos, durante ambas épocas, la gráfica de acumulación de especies obtenida para el muestreo indicada de acuerdo a los índices no paramétricos una leve asíntota, donde se observa la estabilización de la curva al final del muestreo, con lo cual se demuestra que se realizó un muestreo adecuado y suficiente.



**Gráfico IV.8.** Curva de acumulación para los mamíferos durante las dos temporadas de muestreo en el predio del proyecto.

Esto también puede ser demostrado con el análisis de representatividad, donde de acuerdo a los estimadores se tuvo 94.28% de representatividad. El índice de riqueza de jackknife de primer orden fue el que mayor riqueza predijo (7.11), seguido de Bootstrap (6.61), mientras que Chao 1 y 2 predicen menos riqueza (6). Sin embargo, en todos los casos, no hay una diferencia

significativa y la presentatividad de acuerdo a la riqueza observada (6 especies) ya que se encuentra por arriba del 80% el cual es el valor teórico de eficiencia.

**Tabla IV.65.** Estimadores de riqueza y representatividad para la herpetofauna durante las etapas de muestreo.

| S (obs)     | 6                | Representatividad % |
|-------------|------------------|---------------------|
| Estimadores | Riqueza estimada |                     |
| Chao 1      | 6                | 100.00%             |
| Chao 2      | 6                | 100.00%             |
| Jack 1      | 7.11             | 86.33%              |
| Bootstrap   | 6.61             | 90.77%              |

**ESPECIES EXISTENTES EN EL SITIO. PROPORCIONAR NOMBRES CIENTÍFICOS Y COMUNES Y DESTACAR AQUÉLLAS QUE SE ENCUENTREN EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN LA NOM-059-SEMARNAT-2010, EN VEDA, EN EL CALENDARIO CINEGÉTICO, EN OTROS ORDENAMIENTOS APLICABLES (CITES; CONVENIOS INTERNACIONALES, ETCÉTERA) EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y DE INFLUENCIA, O QUE SEAN ESPECIES INDICADORAS DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE.**

Para el área del proyecto, se registraron cuatro especies catalogada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por su parte para el caso de las especies endémicas de la región península se registraron 13 especies dentro del predio del proyecto (Ver tabla siguiente).

**Tabla IV.66.** Especies observadas dentro del Sistema Ambiental y el predio del proyecto, catalogadas en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas de la Región Península de Yucatán.

| NOMBRE CIENTÍFICO              | NOMBRE COMÚN                  | TIPO DISTRIBUCIÓN | NOM-059 |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------|
| <i>Ctenosaura similis</i>      | Iguana negra de cola espinosa |                   | A       |
| <i>Holcosus undulatus</i>      | Lagartija arcoíris            | Endémica          |         |
| <i>Colinus nigrogularis</i>    | Codorniz yucateca             | Cuasiendémica     |         |
| <i>Columbina passerina</i>     | Tortolita pico rojo           | Cuasiendémica     |         |
| <i>Columbina talpacoti</i>     | Tortolita canela              | Cuasiendémica     |         |
| <i>Leptotila jamaicensis</i>   | Paloma caribeña               | Cuasiendémica     |         |
| <i>Amazilia yucatanensis</i>   | Colibrí Vientre canelo        | Cuasiendémica     |         |
| <i>Melanerpes pygmaeus</i>     | Carpintero yucateco           | Cuasiendémica     |         |
| <i>Eupsittula nana</i>         | Perico pecho sucio            |                   | Pr      |
| <i>Antrastomus badius</i>      | Tapacamino yucateco           | Semiendémica      |         |
| <i>Myiarchus yucatanensis</i>  | Papamoscas yucateco           | Cuasiendémica     |         |
| <i>Uropsila leucogastra</i>    | Saltapared vientre blanco     | Cuasiendémica     |         |
| <i>Vireo pallens</i>           | Vireo manglero                |                   | Pr      |
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i>  | Chara yucateca                | Cuasiendémica     |         |
| <i>Arremonops rufivirgatus</i> | Rascador oliváceo             | Cuasiendémica     |         |

| <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b> | <b>NOMBRE COMÚN</b>     | <b>TIPO DISTRIBUCIÓN</b> | <b>NOM-059</b> |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| <i>Passerina ciris</i>   | Colorín sietecolores    |                          | Pr             |
| <i>Icterus auratus</i>   | Calandria dorso naranja | Cuasiendémica            |                |

**STATUS:** Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Probablemente extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A) y Sujetas a protección especial (Pr).

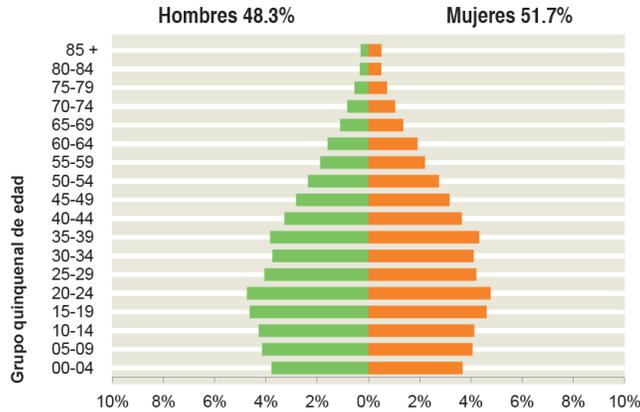
Es importante mencionar que tanto las especies catalogadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies endémicas y en general la fauna silvestre que pudiese verse afectada por las actividades del proyecto podrán ser reubicadas y protegidas de acuerdo a lo indicado en el Programa de acciones para la protección y conservación de fauna silvestre en el área de estudio (Ver Anexo 6 de este estudio técnico).

Por otra parte, es importante, mencionar que la presencia de ciertas especies como la *Holcosus undulata*, *Coragyps atratus*, *Zenaida asiática*, *Cyanocorax yucatanicus*, *Crotophaga sulcirostris* y *Quiscalus mexicanus* son en muchas ocasiones consideradas indicadoras de áreas impactadas; por lo que, la presencia de dichas especies puede estar confirmando la condición de afectación del predio por las actividades humanas practicadas en años anteriores. Por otra parte, es importante mencionar que la ausencia de especies como los trepatroncos, las tángaras y algunas especies de mosqueros con requerimientos específicos como el mosquero de anteojos (*Tolmomyias sulphureus*), y los trogones (*Trogon melanocephalus* y *T. violaceus*) podrían estar indicando que el estado del fragmento de vegetación se encuentra muy impactado por la influencia de las actividades previas que se realizaron al interior y en las áreas de influencia del sitio proyecto. Esta actividad, a pesar de aparentar no estar modificando la cobertura vegetal de los fragmentos de selva, si han causado un fuerte impacto en la cobertura del sotobosque, particularmente en las comunidades de especies arbustivas e individuos jóvenes de especies arbóreas.

#### **IV.2.1.5. MEDIO SOCIOECONÓMICO**

El municipio de Umán se encuentra ubicada al noroeste de la península de Yucatán, a menos de 50 kilómetros del Golfo de México, entre los paralelos 20°45' y 21°15' latitud norte y los meridianos 89°30' y 89°45' de longitud oeste. Tiene una superficie de 858.41 kilómetros cuadrados, limita al norte con Progreso y Chicxulub Pueblo; al sur con Tecoh, Abalá y Timucuy; al este con Conkal, Kanasín y Tixpéhual, y al oeste con Ucú y Umán.

El 29% tiene de 20 a 59 años; el 10.62% tienen más de 60 años y un 1.15% no especificó.



**Gráfica IV.1.** Representatividad de hombres y mujeres en el municipio.

**b) Vivienda**

Según datos obtenidos en el INEGI, para el año 2010, Umán contaba con el 45.3% del total de viviendas de todo el estado, lo que representa un incremento moderado del 2.8% comparado con el 44.5% registrado en 1990; es decir, durante diecisiete años, el incremento de vivienda no ha cumplido con las necesidades de una población que está creciendo aceleradamente comparado con el crecimiento de la vivienda.



**Figura IV. 29.** Crecimiento de las viviendas en el Municipio.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda efectuado por el INEGI, el Municipio de Umán cuenta al año 2010 con 229,635 viviendas.



**Figura IV. 30.** Disponibilidad de servicios en la vivienda.

La mayor parte de las viviendas disponen de agua de la red pública 204,950 viviendas, mientras que las viviendas particulares que disponen de energía eléctrica son 225,800. Y en la actualidad el 0.8% (1,950) viviendas tienen piso de tierra.

### c) Urbanización

#### Vías de Comunicación

Los medios de transporte están desarrollados, se cuenta con transporte foráneo, también se cuenta con muchas alternativas de transporte local, para llegar al sitio de estudio se toma la carretera federal Mérida-Progreso.

#### Medios de Comunicación

El municipio cuenta con todos los servicios básicos, como son energía eléctrica, agua potable, servicio de telefonía, servicio de telefonía inalámbrica (celular), centros de salud, planteles educativos, parques recreativos, etc. De igual forma, en el municipio existen instalaciones para el servicio de correo postal y de telégrafo. En la siguiente tabla se presentan los servicios públicos existentes en la superficie que ocupará el proyecto, así como en sus alrededores.

**Tabla IV.67.** Servicios públicos disponibles en el área del proyecto.

| SERVICIOS              | EXISTE | OBSERVACIONES                                  |
|------------------------|--------|--|
| Vías de acceso         | Sí     | La carretera en Mérida-Progreso                |
| Teléfono               | Sí     | Telefonía fija y servicio de telefonía celular |
| Telégrafo y correo     | Sí     | En las poblaciones rurales                     |
| Medio de transporte    | Sí     | Local y foráneo                                |
| Abastecimiento de agua | Sí     | En todo el municipio                           |
| Electricidad           | Sí     | En todo el municipio.                          |

| SERVICIOS                  | EXISTE | OBSERVACIONES                              |
|----------------------------|--------|--|
| Manejo de residuos sólidos | Si     | En el relleno sanitario                    |
| Drenaje sanitario          | No     |  |
| Centros educativos         | Sí     | En todo el municipio                       |
| Zonas de recreo            | Sí     | En todo el Municipio                       |
| Centros de salud           | Sí     | En algunas comisarías y cabecera Municipal |

Dado que ya se cuenta con toda la infraestructura urbana requerida para el proyecto, no se espera que se requiera del establecimiento, remodelación o instalación de nuevos servicios urbanos en el área.

#### **d) Salud y Seguridad Social**

La tasa de mortalidad infantil es un 1.4% más baja que la del todo el país y 1.3% más baja de la esperada según datos del censo de salud del 2008. La tasa de mortalidad materna en Yucatán es mucho más baja de la nacional además si se toma en cuenta la meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en los cuales los países se comprometen a disminuir la en tres cuartas partes entre 1990 y 2015, la evolución a partir de 1990 aún es insuficiente. La población masculina de Yucatán ocupa el primer lugar nacional en enfermedades basculocerebrales, y cuarto en ataques agudos al miocardio y en cirrosis hepática. En el caso de las mujeres, ocupa el cuarto lugar en el ámbito nacional en cáncer en las mujeres yucatecas. El VIH afecta a tres mil 873 personas, lo que ubica al estado en el cuarto lugar nacional en cuanto a número de pacientes. Otras de las enfermedades presentes entre los jóvenes y que va en aumento es la diabetes mellitus, ya que 12% de los yucatecos mayores de 20 años padece esta enfermedad, cifra que supera en 1.5 puntos porcentuales a la media nacional. Yucatán ocupa el cuarto lugar nacional con mayor número de personas con desnutrición. De los porcentajes anteriores, en el municipio se concentra gran parte de la población a que refieren dichos padecimientos. En términos generales, la calidad de los servicios otorgados por el sector salud en el estado no es la óptima debido a la falta de políticas de ampliación.

Por otra parte, el equipamiento en el área de salud cuenta con un gran avance en los últimos años, debido a que las instancias de gobierno (federal, estatal y municipal) así como la iniciativa privada han invertido en la construcción de nuevos centros hospitalarios. Los servicios médicos que se otorgan en los centros de salud tanto públicos como privados van desde la consulta externa hasta los servicios especializados, éstos últimos se ubican principalmente en el norte y el poniente de la Ciudad, por lo que la gente que vive en el sur carece de dicho servicio.

### **e) Educación**

En cuanto a la educación se ubican instituciones educativas de todos los niveles escolares, que van desde la formación inicial hasta postgrados, cabe destacar que la calidad educativa del nivel superior es lo que hace atractivo que estudiantes de la Península de Yucatán, de Tabasco, Chiapas e incluso extranjeros radiquen en el municipio.

Los Centros de Desarrollo Infantil son administrados por el gobierno estatal y municipal principalmente, existiendo algunos que pertenecen al sector federal y al IMSS. Los CENDIS pertenecientes al municipio se ubican principalmente en el sur de la Ciudad.

### **f) Factores socioculturales**

#### **Grupos Étnicos**

En cuanto a la representatividad de grupos étnicos, en el municipio el 10% de la población del municipio de 5 años o más habla alguna lengua indígena, de estas el 95.5% son maya hablantes.

### **g) Índice de Pobreza**

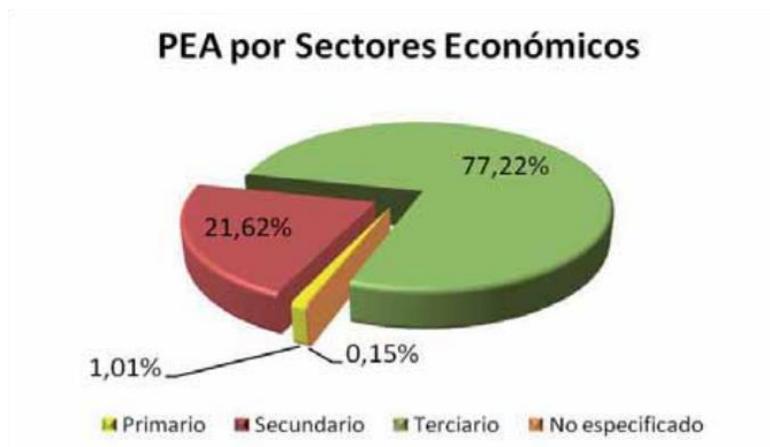
De las 45 localidades dentro del municipio 35 tienen un índice de marginación alto, debido a que más del 70% de sus habitantes ganan menos de 2 salarios mínimos y entre el 40 y el 80% de su población no cuentan con estudios de primaria. Así mismo 8 localidades ubicadas principalmente al noreste y sur de la Ciudad y en las cercanías de las principales vías de comunicación existentes en el Municipio tienen un índice de marginación medio, siendo que entre 30 y 40 % de los habitantes no cuenta con estudios de primaria y entre un 70 y 85% perciben menos de dos salarios mínimos.

### **h) Población Económicamente Activa por Sector**

Yucatán se encuentra entre los estados con menores tasas de desocupación. Al tercer trimestre de 2011 de acuerdo con datos del INEGI, la población económicamente activa (PEA) del estado ascendía a 935 mil 936 personas, de las cuales 907 mil 325 estaban ocupadas (553,683 hombres y 353,642 mujeres) con respecto al primer trimestre de 2009, esto representó un aumento de la población ocupada en 31,804 personas.

Por otra parte, en Umán tiene potencial productivo por la posición geográfica que ocupa y por la edad promedio de la población económicamente activa. La actividad económica del municipio está conformada por actividades de los tres sectores: agropecuario, industrial y de servicios. El sector terciario incluye al comercio, la hotelería, las finanzas, los transportes y las comunicaciones. Este sector representa el 75% de la PEA ocupada total, siendo el más

equitativo en cuanto a distribución por sexos de las plazas de trabajo. En las gráficas 2 y 3 se muestra la población económicamente activa por sectores económicos.



**Figura IV. 31.** Población económicamente activa por sectores económicos.

#### IV.2.1.6. PAISAJE

El concepto paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual.

La primera se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en este territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.

- La fragilidad del paisaje: es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además, se consideraron otros dos criterios:

Frecuencia de la presencia humana: no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.

Singularidades paisajísticas: o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

Teniendo en cuenta lo expresado por Martínez (2003), se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

**Tabla IV.68.** Paisaje en el área del estudio.

| <b>CRITERIO</b>                   | <b>CALIFICACIÓN</b> | <b>SUSTENTO</b>   |
|-----------------------------------|---------------------|---|
| Visibilidad                       | Baja                | Debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.   |
| Calidad paisajística              | Media               | Al estar en una zona en donde se han llevado a cabo actividades agrícolas y por lo tanto existe una alteración sobre la calidad paisajística, el proyecto no modificará significativamente el paisaje.  |
| Fragilidad del paisaje            | Media               | Como se ha mencionado, la vegetación es secundaria derivada de selva baja caducifolia, en la cual se han realizado actividades agrícolas, pero que sin embargo se encuentra conservado y con vegetación en crecimiento, por lo que el paisaje presenta una fragilidad Media |
| Frecuencia de la presencia humana | Alta                | En el área de estudio es común la presencia humana debido a que en la zona se tienen planeado desarrollos inmobiliarios de este tipo y en los alrededores hay asentamientos humanos.  |
| Singularidades paisajísticas      | Baja                | No existen singularidades paisajísticas.  |



# CAPÍTULO V

---

IDENTIFICACIÓN,  
DESCRIPCIÓN Y  
EVALUACIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES

# CONTENIDO

|         |   |    |
|---------|---|----|
| V.      | IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....                    | 1  |
| V.1     | METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....                         | 1  |
| V.1.1   | INDICADORES DE IMPACTOS.....  | 2  |
| V.1.2   | IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL ENTORNO SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS ..... | 3  |
| V.1.3   | CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN .....   | 5  |
| V.1.4   | CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....  | 8  |
| V.1.5   | METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN.....   | 10 |
| V.2     | DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.....                                    | 13 |
| V.2.1   | ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO .....  | 13 |
| V.2.2   | VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS .....  | 13 |
| V.2.3   | IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS .....  | 14 |
| V.2.4   | CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS .....   | 16 |
| V.2.5   | EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS .....  | 20 |
| V.2.5.1 | EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO .....                    | 20 |
| V.2.5.2 | EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN .....                                | 22 |
| V.2.5.3 | EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE ABANDONO .....                                 | 23 |
| V.2.6   | CONCLUSIONES.....   | 25 |

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El término *impacto* (presentado en este tema por primera vez en 1824), que del latín significa *chocar*. Que en 1960 se le otorgó el enfoque de acción fuerte y perjudicial. Así, en conjunto con la palabra ambiental, el significado comenzó a hacer referencia a efecto producido en el ambiente y los procesos naturales por la actividad humana en un espacio y tiempo determinado.

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce alteración, sea favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de sus componentes, por lo que, en términos generales, un impacto ambiental es cualquier modificación al entorno natural o de algunos de sus elementos o condiciones producidas directa o indirectamente por toda clase de actividades humanas que sean susceptibles de modificar la calidad ambiental.

El impacto de un proyecto en el medio ambiente, es la diferencia entre el escenario del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría, como resultado del desarrollo del proyecto y la situación del medio ambiente futuro tal y como habría evolucionado normalmente sin tal situación.

En cuanto a los indicadores de impacto ambiental seleccionados para el presente proyecto, se consideró las características físicas propias del predio en donde se pretende desarrollar la obra, las actividades representativas y otros datos particulares de las diferentes etapas de la obra y las restricciones legales establecidas en la normatividad ambiental vigente. Los indicadores mencionados se establecieron para los siguientes aspectos ambientales: agua, suelo, aire, estado natural del sonido, fauna y flora silvestre y paisaje; así como los no ambientales, pero relativos al proyecto por su importancia socioeconómica, tales como son las oportunidades de empleo y la calidad de vida de los pobladores en las áreas de influencia del proyecto.

La identificación de los impactos ambientales generados por el proyecto, fue fundamentada con la experiencia en la evaluación de impactos ambientales, siguiendo los lineamientos establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales (SEMARNAT) en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del sector hidráulico modalidad particular (SEMARNAT, 2002), en el Manual de Evaluación de Impacto ambiental (Canter, 1998), en Ecological Impact Assessment (Treweek, 2001) y en el documento Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales (García Leyton, 2004).

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

### V.1.1 INDICADORES DE IMPACTOS

En el presente capítulo se utilizará la metodología de Conesa (1997), que establece que en el proceso de evaluación del impacto ambiental primero es necesario identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a valorar los impactos para establecer su grado de importancia y, en el capítulo siguiente, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- **Acciones que modifican el uso del suelo:** Las actividades de desmonte y despalme modificarán el uso actual del suelo.
- **Acciones que implican emisión de contaminantes:** Para las labores de la obra se utilizará maquinaria que maneja gasolina como combustible, y por lo mismo generan emisiones de gases y partículas a la atmósfera de igual manera se generará ruido que perjudicará a la fauna presente en el sitio.
- **Acciones derivadas de almacenamiento de residuos:** se generarán residuos sólidos urbanos y fisiológicos por parte de los trabajadores de la obra, mismos que serán almacenados en botes de basura y letrinas portátiles correspondientes, para su

posterior disposición final. Igualmente, se generarán residuos vegetales producto de las actividades de desmonte y despalme, que serán triturados y depositados en el área de amortiguamiento del sitio para su fijación natural, o en su caso dichos residuos vegetales serán dispuestos en el basurero municipal más cercano.

- **Acciones que actúan sobre el medio biótico:** las actividades de desmonte, despalme y la consiguiente extracción del material pétreo, así como el uso de la maquinaria, causarán un impacto sobre el medio biótico y abiótico al reducir la cobertura vegetal en el área y causar afectaciones a las especies de flora y fauna presentes.
- **Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje:** Todas las actividades que se lleven a cabo en el proyecto darán lugar a la modificación del paisaje (desmonte, despalme y extracción del material pétreo).
- **Acciones que repercuten sobre las infraestructuras:** No se encuentra en el proyecto ninguna actividad que repercuta sobre estructuras.
- **Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural:** Para la realización del proyecto se necesitará de personal calificado y no calificado. Esto generará empleos de forma temporal y permanente.
- **Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente:** No se encuentra en el proyecto ninguna actividad derivada del incumplimiento de la normatividad medioambiental vigente.

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

### V.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL ENTORNO SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico que es el sistema constituido por los elementos y procesos del ambiente natural, tal como los encontramos en la actualidad y sus relaciones con la población. Este incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho (**Aire, Tierra y Agua**), el Medio Biótico (**Flora y fauna**) y el Medio Perceptual (**Unidades de paisaje**); en tanto que el Medio Socioeconómico se describe como un sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general, de las comunidades humanas o de la población de un área determinada que incluye el **Medio Socio-Cultural** y el **Medio Económico**.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toma en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando este es el caso, se puede adoptar el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario, directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno.
- Complejidad: compuesto de elementos diversos.
- Rareza: no frecuente en el entorno.
- Representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico.
- Naturalidad: natural, no artificial.
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno.
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno.
- Estabilidad: permanencia en el entorno.
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido.
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración.
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor.
- Continuidad: necesidad de conservación.
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido.
- Clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso.
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica.
- Interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural.
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante).
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado.
- Significación: importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan

una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

### V.1.3 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada. Con esta matriz se mide el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado, es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el valor mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto. Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

**Importancia del Impacto (I) =  $\pm$  (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)** *(Fórmula basada en la propuesta de Conesa, 1997)*

Donde:

I = Importancia del impacto

± = Signo

IN = Intensidad

EX = Extensión

MO = Momento

PE = Persistencia

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia

AC = Acumulación

EF = Efecto

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla V. 1.** Rango para el cálculo de la importancia del impacto.

| <b>Naturaleza</b>           |      | <b>Momento (MO)</b>   |      |
|-----------------------------|------|---|------|
| Impacto beneficioso         | +    | Largo plazo   | 1    |
| Impacto perjudicial         | -    | Medio plazo   | 2    |
| <b>Intensidad (IN)</b>      |      | Inmediato   | 4    |
| Baja                        | 1    | Critico   | (+4) |
| Media                       | 2    | <b>Persistencia (PE)</b>                                      |      |
| Alta                        | 4    | Fugaz   | 1    |
| Muy alta                    | 8    | Temporal  | 2    |
| Total                       | 12   | Permanente  | 4    |
| <b>Extensión (EX)</b>       |      | <b>Reversibilidad (RV)</b>                                    |      |
| Puntual                     | 1    | Corto plazo   | 1    |
| Parcial                     | 2    | Medio plazo   | 2    |
| Extenso                     | 4    | Irreversible  | 4    |
| Total                       | 8    | <b>Sinergia (SI)</b>  |      |
| Critica                     | (+4) | Sin sinergismo  | 1    |
| <b>Acumulación (AC)</b>     |      | Sinérgico   | 2    |
| Simple                      | 1    | Muy sinérgico   | 4    |
| Acumulativo                 | 4    | <b>Periodicidad (PR)</b>                                      |      |
| <b>Efecto (EF)</b>          |      | Irregular y discontinuo                                       | 1    |
|                             |      | Periódico   | 2    |
| Indirecto                   | 1    | Continuo  | 4    |
| Directo                     | 4    | <b>Importancia (I)</b>  |      |
| <b>Recuperabilidad (MC)</b> |      | $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ |      |
| De manera inmediata         | 1    |   |      |

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
PARTICULAR MODALIDAD-A**

---

|                 |   |  |
|-----------------|---|--|
| A mediano plazo | 2 |  |
| Mitigable       | 4 |  |
| Irrecuperable   | 8 |  |

#### V.1.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los criterios de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o acción sobre el ambiente. A fin de clarificar el significado de las características expresadas en el apartado anterior, así como sus valores, dichos conceptos se abordan a continuación:

**Signo.** El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

**Intensidad.** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre **1 y 12**, en el que 12 < expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

**Extensión.** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

**Momento.** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, **Corto Plazo**, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, **Medio Plazo**, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, **Largo Plazo**.

Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

**Persistencia.** Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

**Reversibilidad.** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

**Recuperabilidad.** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable, pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

**Sinergia.** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que acabaría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

**Acumulación.** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

**Efecto.** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con uno.

**Periodicidad.** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con uno.

### V.1.5 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa, con base en la importancia  $I_i$  de los efectos que cada Acción  $A_i$  de la actividad produce sobre cada factor del medio  $F_j$ . El modelo contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas ( $IR_i$ ), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas. Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas ( $IR_j$ ), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel. Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior. Este tipo de efectos ( $IRP_j$ ), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales ( $IR_j$ ) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto. La importancia total de los efectos causados en los distintos

componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (*IRi*) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

### **Valoración absoluta**

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (*Ii*), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones. De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (*Ij*), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad. De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (*IPj*), obtenidos en este caso por suma algebraica. Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (*Ij*), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas. No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

### **Análisis del modelo**

Continuando con Conesa Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

La importancia total  $I_i$ , de los efectos debidos a cada acción  $i$

$$I_i = \sum_j I_{ij}$$

La importancia total ponderada  $IR_i$ , de los mismos

$$IR_i = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

La importancia total  $I_j$ , de los efectos causados a cada factor  $j$

$$I_j = \sum_i I_{ij}$$

La importancia total ponderada  $IR_j$ , de los mismos

$$IR_j = \sum_i I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

La importancia total  $I$ , de los efectos debidos a la actuación

$$I = \sum_{ij} I_{ij} = \sum_i I_i' + IP = I' + IP$$

La importancia total ponderada  $IR$ , de los mismos

$$IR = \sum_j IR_j = \sum_j I_j' R_i + IPR = I'R + IPR$$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la tabla siguiente se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito:

**Tabla V. 2.** Matriz de importancia.

| Factores       | UIP            | Situación 1    |                |     |                 |       |                 |                |                 | Situación 2 |     |                  |      |                  |                 |                  |                 |  |                |                |                 |                   |   |     |   |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|-----------------|-------|-----------------|----------------|-----------------|-------------|-----|------------------|------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|--|----------------|----------------|-----------------|-------------------|---|-----|---|
|                |                | Acciones       |                |     |                 | n + 1 |                 |                |                 | Acciones    |     |                  |      | n + 1            |                 |                  |                 | n + 2                                  |                |                |                 | n + 3             |   |     |   |
|                |                |                |                |     |                 | Total |                 |                |                 |             |     |                  |      | Total            |                 |                  |                 | Total efectos permanentes de la Sit. 1 |                |                |                 | Importancia total |   |     |   |
|                |                | 1              | 2              | ... | n               | 1     | 2               | ...            | n               | 1           | 2   | ...              | n    | 1                | 2               | ...              | n               | 1                                      | 2              | ...            | n               | 1                 | 2 | ... | n |
|                |                | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | ... | A <sub>n</sub>  | Ab.   | Rel.            | ...            | Ab.             | Rel.        | ... | Ab.              | Rel. | ...              | Ab.             | Rel.             | ...             | Ab.                                    | Rel.           | ...            | Ab.             | Rel.              |   |     |   |
| F <sub>1</sub> | P <sub>1</sub> |                |                |     |                 |       |                 |                |                 |             |     |                  |      |                  |                 |                  |                 |  |                |                |                 |                   |   |     |   |
| F <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> |                |                |     |                 |       |                 |                |                 |             |     |                  |      |                  |                 |                  |                 |  |                |                |                 |                   |   |     |   |
| F <sub>j</sub> | P <sub>j</sub> |                |                |     | I <sub>ij</sub> |       | I <sub>nj</sub> | I <sub>j</sub> | I <sub>Rj</sub> |             |     | I' <sub>ij</sub> |      | I' <sub>nj</sub> | I' <sub>j</sub> | I' <sub>Rj</sub> | I <sub>pj</sub> | I <sub>RPj</sub>                       |                | I <sub>j</sub> | I <sub>Rj</sub> |                   |   |     |   |
| F <sub>m</sub> | P <sub>m</sub> |                |                |     |                 |       |                 |                |                 |             |     |                  |      |                  |                 |                  |                 |  |                |                |                 |                   |   |     |   |
| Total          | Absoluto       |                |                |     | I <sub>i</sub>  |       | I               | -              |                 |             |     | I' <sub>i</sub>  |      | -                | I'              | -                | I'              | -                                      | I              | -              |                 |                   |   |     |   |
|                | Relativo       |                |                |     | I <sub>ri</sub> |       | -               | I <sub>R</sub> |                 |             |     | I' <sub>ri</sub> |      | -                | -               | -                | I' <sub>R</sub> | -                                      | I <sub>R</sub> | -              |                 |                   |   |     |   |

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta;

Rel. = Importancia relativa

$$I_i = \sum_j I_{ij} I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j \quad I_j = \sum_i I_{ij} I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \cdot P_i / \sum_i P_i \quad I_{Rj} = \sum_{i < n} I_{ij} \quad I_{RPj} = \sum_{i < n} I_{RPij} \quad I_j = I'_j + I_{Pj} \quad I_{Rj} = I'_{Rj} + I_{RPj}$$

Una vez identificados los impactos potenciales y siguiendo la metodología de Conesa (1997), se califica el **valor de importancia** de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto. La metodología utilizada presenta una escala de valores que permiten calificar los impactos identificados, donde los valores inferiores o iguales a 25 son compatibles, aquellos que se encuentren entre 25 y 50 se consideran moderados, entre 50 y 75 severos o significativo, y superiores a 75 deben considerarse críticos.

**Tabla V.3.** Valores de importancia del impacto.

| <b>NIVELES DE IMPACTO</b>        |                |
|----------------------------------|----------------|
| Ambiental compatible             | <b>&lt;25</b>  |
| Ambiental Moderado               | <b>25-50</b>   |
| Ambiental Severo o significativo | <b>50-75</b>   |
| Ambiental crítico                | <b>&gt; 75</b> |

**BAJO:** Impacto de poca importancia, con recuperación inmediata o rápida de las condiciones originales al cesar la obra o actividad

**MODERADO:** Cuando la recuperación de las condiciones originales requiere de cierto tiempo (evidentemente mayor que para impactos compatibles).

**SIGNIFICATIVO:** La magnitud del impacto requiere de la aplicación de medidas o acciones específicas para la recuperación de las condiciones iniciales del ambiente, lo cual, se obtiene después de un tiempo prolongado.

**CRITICO:** La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable, se caracteriza por producir la pérdida permanente de la calidad de las condiciones o características, incluso con la aplicación de acciones específicas.

---

## V.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

### V.2.1 ESCENARIO MODIFICADO POR EL PROYECTO

El proyecto consiste en la habilitación de un banco de extracción de materiales pétreos. Este es propiedad del promovente por lo que no se afectara terrenos de otros propietarios y/o ejidatarios del municipio.

Actualmente el escenario donde será llevado a cabo el proyecto está constituido por vegetación Secundaria de Selva Mediana Caducifolia, lo cual concuerda con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI en su carta serie VII. El predio bajo estudio se encuentra en diferentes etapas de sucesión de vegetación, como respuesta a la actividad humana realizada en el mismo, por lo que se considera el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La modificación del escenario comenzará con un cambio a través de la remoción de la vegetación, para la preparación del sitio lo cual se realizará de manera progresiva, así como la extracción del material se realizará de la misma manera. Como se ha mencionado el polígono del proyecto cuenta con una superficie de 1,020,481.98 m<sup>2</sup>, sin embargo, el proyecto mantendrá una superficie de 408,192.79 m<sup>2</sup> como zonas de amortiguamiento, dicha área se ubicará en los bordes del área del proyecto, por lo que en este sentido el proyecto pretende garantizar que se promuevan corredores de vegetación adecuados para los grupos faunísticos identificados en la zona.

### V.2.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Con base a la matriz propuesta, se destaca el resultado de la interacción entre las diferentes actividades de la obra y los componentes evaluados (abióticos, bióticos y socioeconómicos).

En general es posible observar que, en la etapa de preparación del sitio y construcción, para todos los componentes, se manifestará la mayor proporción de ocurrencias de impactos ambientales derivado de la interacción de las actividades propias en la etapa para con los componentes evaluados. En la etapa de operación y mantenimiento se destacan los

impactos benéficos (positivos) para el componente socioeconómico y la ocurrencia de impactos ambientales significativos.

En cuanto a los subcomponentes abióticos los más representativos serán las características físico-químicas y la estructura del suelo, partículas suspendidas, calidad del aire y ruido desde la perspectiva de una afectación adversa y significativa por la impermeabilización del suelo y el uso de maquinaria, mientras que los subcomponentes calidad del agua y conformación del terreno serán afectados por la generación de aguas residuales. De los subcomponentes bióticos los que recibirán mayor afectación son el componente ambiental flora debido al desmonte que se llevará a cabo en gran parte del predio.

### **V.2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS**

Para realizar el reconocimiento de las modificaciones que cada una de las acciones del proyecto ocasionará al ambiente se hace necesario proponer indicadores o factores ambientales que funcionan como índices cuantitativos o cualitativos. Para lo anterior se hace uso de una lista de comprobaciones que es aquel listado simple que describe una serie de elementos que pueden ser impactados, además que ayudan a identificar factores ambientales y proporcionar información sobre la predicción y evaluación de impactos.

A continuación, se presentan los factores que potencialmente pueden ser afectados en el proyecto objeto del presente estudio:

**Tabla V.4.** Factores que pueden ser potencialmente afectados por el proyecto.

| <b>SISTEMA</b>          | <b>SUBSISTEMA</b>   | <b>COMPONENTE AMBIENTAL</b> | <b>FACTORES IMPACTADOS</b>  |
|-------------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| <b>MEDIO FÍSICO</b>     | <b>MEDIO INERTE</b> | <b>Aire</b>                 | Emisiones a la atmósfera  |
|                         |                     |                             | Niveles de ruido y vibraciones                                    |
|                         |                     |                             | Partículas suspendidas y visibilidad                              |
|                         |                     | <b>Suelo</b>                | Uso de suelo  |
|                         |                     |                             | Erosión por el agua o el viento                                   |
|                         |                     |                             | Modificación del relieve  |
|                         |                     |                             | Características fisicoquímicas                                    |
|                         |                     |                             | Calidad del suelo   |
|                         |                     |                             | Alteración en la calidad del agua                                 |
|                         | <b>Agua</b>         | Drenaje y flujo             |   |
|                         |                     | Recarga del acuífero        |   |
|                         |                     | <b>BIOTOPO</b>              | Pérdida de la cobertura vegetal                                   |
|                         |                     |                             | Reforestación del sitio (Únicamente durante la etapa de abandono) |
| Afectaciones a la fauna |                     |                             |   |
| Reducción del hábitat   |                     |                             |   |

| <b>SISTEMA</b>              | <b>SUBSISTEMA</b>    | <b>COMPONENTE AMBIENTAL</b> | <b>FACTORES IMPACTADOS</b>   |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--|
|                             |                      |                             | Reducción del hábitat (Únicamente durante la etapa de abandono)                          |
|                             |                      | <b>PAISAJE</b>              | Calidad visual   |
|                             |                      |                             | Apariencia del agua  |
|                             |                      |                             | Naturalidad  |
|                             |                      |                             | Visibilidad  |
| <b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b> | MEDIO SOCIO-CULTURAL | <b>SOCIAL</b>               | Estilo y calidad de vida   |
|                             |                      | <b>ECONÓMICO</b>            | Demanda de bienes y servicios  |
|                             |                      |                             | Generación de empleos  |
|                             |                      |                             | Equipamiento urbano (únicamente durante las etapas de preparación del sitio y operación) |

Las actividades que pueden ocasionar una modificación al ambiente son principalmente las que a continuación se enumeran:

**Tabla V.5.** Actividades que pueden generar modificaciones al medio ambiente

| <b>ETAPA</b>                     | <b>ACCIONES IMPACTANTES</b>                            |
|----------------------------------|--|
| <b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>     | Levantamiento topográfico                              |
|                                  | Traslado de maquinaria y equipo                        |
|                                  | Desmonte y despalme                                    |
|                                  | Trituración de material vegetal                        |
|                                  | Habilitación de caminos                                |
| <b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b> | Seccionamiento para frentes de trabajo                 |
|                                  | Preparación de áreas de extracción                     |
|                                  | Remoción de suelos no aptos para el aprovechamiento    |
|                                  | Extracción de materiales con maquinaria pesada         |
|                                  | Perforaciones y voladuras con explosivos               |
|                                  | Utilización de camiones de volteo                      |
|                                  | Transporte de materiales a su área de comercialización |
|                                  | Rehabilitación de caminos                              |
|                                  | Conformación de taludes                                |
|                                  | Generación de residuos por presencia de personal       |
| <b>ABANDONO DEL SITIO</b>        | Restauración de áreas                                  |
|                                  | Implementación de programa de reforestación            |
|                                  | Traslado de plantas                                    |
|                                  | Reconstrucción paisajística                            |
|                                  | Riego con pipas  |

## V.2.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Con base a la definición encontrada en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente que dice que impacto ambiental es “aquella modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”, por lo que la finalidad de identificar y describir los impactos es la de minimizar el efecto al ambiente de los mismos a través de medidas que disminuyan la presión de éstos en el ambiente; así, se tiene entonces que se pueden predecir los impactos ambientales adversos significativos que presentarán durante la ejecución del proyecto. La descripción de los impactos identificados y que resultan más significativos, es la siguiente:

### a) MEDIO ABIÓTICO

#### 1. Aire

- Este elemento se verá afectado en la etapa de preparación de sitio y operación, por la emisión de gases a la atmósfera derivados de la combustión de vehículos y maquinaria empleada en las actividades de extracción de materiales pétreos.
- Se considera la posibilidad de la generación de polvos que impactarán de manera media, temporal y parcial este elemento en cuanto al indicador de partículas suspendidas y visibilidad, cuando la maquinaria de inicio a las actividades de desmonte y despalle. Este impacto durante la operación se verá incrementado, tanto por la extracción, así como el transporte del material.
- Se considera que el impacto en el indicador de ruido y vibraciones será temporal y parcial durante la etapa de preparación de sitio, derivados del uso de maquinaria y equipo, en tanto que, durante la etapa de operación, el ruido que se genere será consecuencia de las actividades extractivas, previéndose un impacto poco muy alto, sin embargo, de forma temporal y parcial, ya que en ciertas ocasiones será necesario el uso de explosivos para aprovechar el material.
- Durante la etapa de abandono, se considera que este elemento sufrirá afectaciones bajas y puntuales, de manera fugaz, que se verá revertido a corto plazo, esto principalmente por el uso de vehículos que serán usados para las actividades de restauración y reforestación.

#### 2. Suelo

- El impacto que recibirá este elemento es significativo, permanente y parcial, ya que al retirarse la capa vegetal existente en el sitio, su calidad y características fisicoquímicas se verán reducida de manera permanente y puntual, aunque su capacidad de filtración recibirá un impacto mínimo y puntual, ya que no se construirán planchas de concreto y los caminos que se habilitarán no contarán con recubrimientos asfálticos o de algún otro tipo similar que genere la disminución de la

capacidad de filtración del suelo. Esto de igual forma se verá minimizado dado que se contempla la permanencia de un 40% del predio como área de amortiguamiento.

- Las actividades a desarrollar en cada una de las etapas del proyecto, generaran residuos sólidos urbanos y de manejo especial, lo cual se considera un elemento potencial de afectación a la calidad del suelo, por la dispersión de basura y residuos de la construcción.
- Durante la etapa de operación y derivado de las actividades de extracción de material pétreo, conformación de taludes, etc., se generará una afectación permanente y puntual al relieve y la estabilidad del suelo.
- El fecalismo al aire libre es una actividad que puede generar impactos significativos a este componente, ya que demerita la calidad del suelo, genera olores, puede afectar la calidad del agua subterránea y genera partículas suspendidas que pueden ser nocivas para la salud.

### **3. Agua**

- Aunque en el sitio donde será desarrollado el proyecto NO EXISTEN cuerpos de agua, se identificó que este elemento puede verse afectado, de manera temporal o fugaz, de forma puntual o parcial durante las etapas de preparación de sitio y operación, ya que pueden presentarse encharcamientos en las excavaciones durante la época de lluvias; estas excavaciones y conformación de taludes también pueden traer como consecuencia la alteración temporal y puntual de los patrones de escurrimiento natural del predio.
- Se considera que la afectación a este elemento es baja/media, temporal y puntual, ya que el suelo del sitio durante la etapa de explotación y extracción de materiales pétreos verá disminuida de forma poco significativa su capacidad de filtración, ya que no se construirán planchas de concreto que o recubrimientos en caminos que impliquen la colocación de asfaltos que minen la capacidad de filtración, aunque con el retiro de la capa vegetal, la capacidad de captación de aguas pluviales si sufrirá un impacto, aunque éste, como ya se dijo, se considera mínimo, temporal y puntual.
- Durante el abandono se dadas las prácticas de restauración y reforestación, estos impactos se verán revertidos a mediano y largo plazo.

## **b) MEDIO BIÓTICO**

### **1. Vegetación**

- Este elemento sufrirá un impacto adverso significativo, puntual y permanente en las etapas de preparación de sitio y operación, derivados del retiro de la cubierta vegetal del sitio.
- Durante la etapa de abandono, este elemento tendrá un impacto benéfico alto y permanente, derivado de las actividades de siembra de plantas nativas. Así como

también por la permanencia de ejemplares dentro de las áreas de amortiguamiento propuestas por el proyecto.

## **2. Fauna**

- Durante las etapas de preparación de sitio y construcción estas comunidades tendrán un impacto mínimo, temporal y puntual, derivado de las actividades de extracción, ya que se producirá ruido y vibraciones por la maquinaria y equipo, así como por las voladuras que se realizaran con explosivos.
- Durante la etapa de abandono, este elemento tendrá un impacto benéfico alto y permanente, derivado de las actividades de siembra de plantas nativas en las áreas explotadas. Así como también por la permanencia de las áreas de amortiguamiento propuestas por el proyecto.

## **3. Reducción del hábitat**

- En las etapas de preparación de sitio y operación, este elemento sufrirá afectaciones altas significativas, parciales y temporales, ya que, por las características del sitio, se considera que esta área es utilizada por un gran número de especies de fauna silvestre, mismas que se verán afectadas por el retiro de la capa vegetal y las actividades de explotación de material pétreo.
- Durante la etapa de abandono, este elemento tendrá un impacto benéfico alto y permanente, derivado de las actividades de siembra de plantas nativas en las áreas explotadas. Así como también por la permanencia de las áreas de amortiguamiento propuestas por el proyecto

## **c) MEDIO PERCEPTUAL**

### **1. Imagen**

- Este elemento sufrirá impactos negativos parciales y temporales durante las etapas de preparación de sitio y operación derivados de todas las actividades extractivas de material pétreo, así como de su carga y transporte, mismos que se consideran elementos contrastantes con el paisaje actual que se observa. Sin embargo, se considera como impactos bajos/medios ya que el proyecto surge para la ampliación de un banco de material el cual actualmente se encuentra en operación.
- En la etapa de abandono de sitio, este indicador tendrá impactos benéficos altos, puntuales y permanentes ya que, con la implementación de los programas de reforestación previstos, se podrá restaurar la imagen del sitio a mediano y largo plazo.

### **2. Apariencia del agua**

- Este indicador recibirá un impacto medio/alto, parcial y será derivado de encharcamientos o escurrimientos generados durante la preparación del sitio, pero principalmente durante la operación, cuando inician las actividades extractivas y se

modifica el relieve. Este impacto será de forma temporal ya que podrá ser ocasionado únicamente durante la época de lluvias.

### **3. Visibilidad**

- Este indicador sufrirá un impacto significativo, temporal y puntual durante la etapa de preparación de sitio, construcción y operación derivado de las actividades de extractivas de material pétreo. Ya que, durante las explosiones, así como durante la carga y transporte del material, los polvos podrán minimizar la visibilidad en la zona de explotación

## **d) MEDIO SOCIOECONÓMICO**

### **1. Estilo y calidad de vida**

- El proyecto conlleva un impacto significativo alto e irreversible en este indicador, ya que durante la etapa de preparación del sitio, operación y abandono serán generados empleos directos e indirectos que implican un incremento en los ingresos de las familias de la zona, con los beneficios que ello genera. Ya que estos empleados serán bien remunerados y contarán con todas las prestaciones de ley. Con las cuales podrán tener acceso a servicios médicos, así como seguros de vida en caso de accidentes.

### **2. Demanda de bienes y servicios**

- Este indicador recibirá un impacto benéfico intermedio, temporal, puntual e irreversible, ya que, durante las etapas de preparación de sitio y operación, será necesaria la compra de materiales, herramientas, insumos y equipos, así como la contratación de proveedores para su transporte e instalación, lo que genera una derrama económica para los comercios establecidos en la zona.
- Se genera movimiento en la economía local derivada de la oferta de materiales para la construcción a los proveedores locales e inclusive, a proveedores regionales de este tipo de materiales.
- Durante la etapa de abandono de sitio, se genera una derrama económica hacia los viveros de la zona por la adquisición de materiales, semillas, plántulas, tierra, etc., que serán necesarios para la implementación del programa de reforestación.

### **3. Generación de empleos**

- Durante las etapas de preparación de sitio y de construcción se prevé un impacto benéfico alto, temporal, puntual e irreversible pues se crearán empleos directos, mismos que sumados a los empleos indirectos, generan una importante fuente de empleo para los habitantes de la zona y comunidades aledañas al municipio.
- En la etapa de abandono de sitio, este indicador recibirá un impacto mínimo, permanente y puntual, derivado de la contratación de personal para las actividades previstas en el programa de reforestación.

#### 4. Equipamiento urbano

- El proyecto generará impactos positivos intermedios en este aspecto, ya que el erario público recibirá ingresos adicionales primero, por concepto de pago de licencias y permisos, así como también por el concepto que pago de aprovechamiento de material pétreo, lo cual contribuirá como ya se mencionó al ingreso de dinero que podrá ser utilizado para mejoras del municipio y en general para obras del estado.

### V.2.5 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

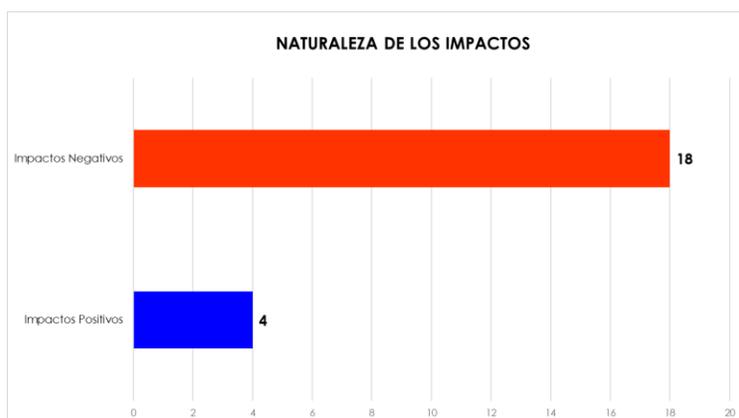
#### V.2.5.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

**Tabla V.6.** Impactos ambientales generados en la preparación de sitio.

| TIPOLOGÍA DE IMPACTOS               |                                      | Importancia (I) |    | Característica           |                          |                            |                            |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|----|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                     |                                      |                 |    | Ambiental Crítico (> 75) | Ambiental Severo (51-75) | Ambiental Moderado (25-50) | Ambiental Compatible (<25) |
| CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS |                                      |                 |    |                          |                          |                            |                            |
| Aire                                | Emisiones a la atmósfera             | -               | 31 |                          |                          | x                          |                            |
|                                     | Niveles de ruido y vibraciones       | -               | 30 |                          |                          | x                          |                            |
|                                     | Partículas suspendidas y visibilidad | -               | 31 |                          |                          | x                          |                            |
| Suelo                               | Uso de suelo                         | -               | 40 |                          |                          | x                          |                            |
|                                     | Erosión por el agua o el viento      | -               | 40 |                          |                          | x                          |                            |
|                                     | Modificación del relieve             | -               | 40 |                          |                          | x                          |                            |
|                                     | Características fisicoquímicas       | -               | 36 |                          |                          | x                          |                            |
|                                     | Calidad del suelo                    | -               | 36 |                          |                          | x                          |                            |
| Agua                                | Alteración en la calidad del agua    | -               | 28 |                          |                          | x                          |                            |
|                                     | Drenaje y flujo                      | -               | 24 |                          |                          |                            | x                          |
|                                     | Recarga del acuífero                 | -               | 24 |                          |                          |                            | x                          |
| BIOTOPO                             | Pérdida de la cobertura vegetal      | -               | 44 |                          |                          | x                          |                            |
|                                     | Afectaciones a la fauna              | -               | 38 |                          |                          | x                          |                            |
|                                     | Reducción del hábitat                | -               | 40 |                          |                          | x                          |                            |
| PAISAJE                             | Calidad visual                       | -               | 35 |                          |                          | x                          |                            |
|                                     | Apariencia del agua                  | -               | 28 |                          |                          | x                          |                            |

| TIPOLOGÍA DE IMPACTOS |                               | Importancia (I) |    | Característica           |                          |                            |                            |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------|----|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                       |                               |                 |    | Ambiental Crítico (> 75) | Ambiental Severo (51-75) | Ambiental Moderado (25-50) | Ambiental Compatible (<25) |
|                       | Naturalidad                   | -               | 33 |                          |                          | x                          |                            |
|                       | Visibilidad                   | -               | 36 |                          |                          | x                          |                            |
| SOCIAL                | Estilo y calidad de vida      | +               | 38 |                          |                          | x                          |                            |
|                       | Demanda de bienes y servicios | +               | 38 |                          |                          | x                          |                            |
| ECONÓMICO             | Generación de empleos         | +               | 38 |                          |                          | x                          |                            |
|                       | Equipamiento urbano           | +               | 48 |                          |                          | x                          |                            |

Como se observa en la tabla anterior, de los impactos identificados 22, 18 son impactos considerados negativos y 4 son considerados como POSITIVOS.



**Gráfica V.1.** Naturaleza de los impactos durante la preparación del sitio.

De igual forma, de estos 22 impactos, 20 son considerados como ambientalmente moderados y 2 como ambientalmente compatibles.



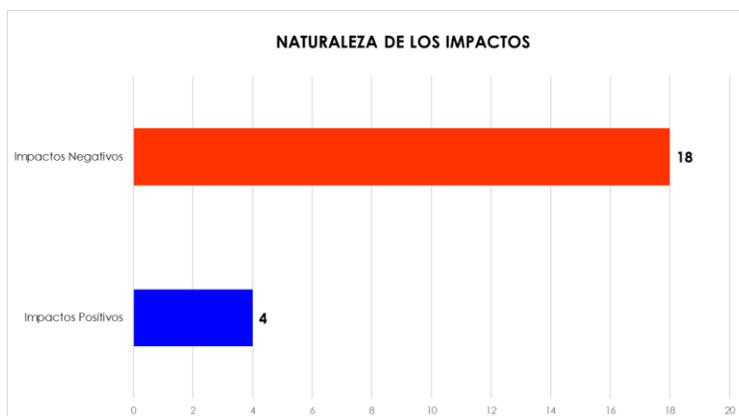
**Gráfica V.2.** Porcentaje de los impactos ambientales generados en la preparación del sitio.

### V.2.5.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN

**Tabla V.7.** Impactos ambientales generados por la construcción del proyecto.

| TIPOLOGÍA DE IMPACTOS<br>CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS |                                      | Importancia (I) |    | Característica           |                          |                            |                            |
|--|--------------------------------------|-----------------|----|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
|  |                                      |                 |    | Ambiental Crítico (> 75) | Ambiental Severo (51-75) | Ambiental Moderado (25-50) | Ambiental Compatible (<25) |
| Aire   | Emisiones a la atmósfera             | -               | 38 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Niveles de ruido y vibraciones       | -               | 50 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Partículas suspendidas y visibilidad | -               | 38 |                          |                          | x                          |                            |
| Suelo  | Uso de suelo                         | -               | 42 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Erosión por el agua o el viento      | -               | 36 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Modificación del relieve             | -               | 52 |                          | x                        |                            |                            |
|  | Características fisicoquímicas       | -               | 34 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Calidad del suelo                    | -               | 38 |                          |                          | x                          |                            |
| Agua   | Alteración en la calidad del agua    | -               | 34 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Drenaje y flujo                      | -               | 24 |                          |                          |                            | x                          |
|  | Recarga del acuífero                 | -               | 24 |                          |                          |                            | x                          |
| BIOTOPO  | Pérdida de la cobertura vegetal      | -               | 40 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Afectaciones a la fauna              | -               | 40 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Reducción del hábitat                | -               | 34 |                          |                          | x                          |                            |
| PAISAJE  | Calidad visual                       | -               | 36 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Apariencia del agua                  | -               | 38 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Naturalidad                          | -               | 39 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Visibilidad                          | -               | 36 |                          |                          | x                          |                            |
| SOCIAL   | Estilo y calidad de vida             | +               | 40 |                          |                          | x                          |                            |
| ECONÓMICO  | Demanda de bienes y servicios        | +               | 40 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Generación de empleos                | +               | 40 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Equipamiento urbano                  | +               | 48 |                          |                          | x                          |                            |

Como se observa en la tabla anterior, de los impactos identificados 22, 18 son impactos considerados negativos y 4 son considerados como POSITIVOS.



**Gráfica V.3.** Naturaleza de los impactos durante la operación.

De igual forma, de estos 22 impactos, 19 son considerados como ambientalmente moderados, 2 como ambientalmente compatibles y un impacto es considerado como ambientalmente severo.



**Gráfica V.4.** Porcentaje de los impactos ambientales generados durante la operación.

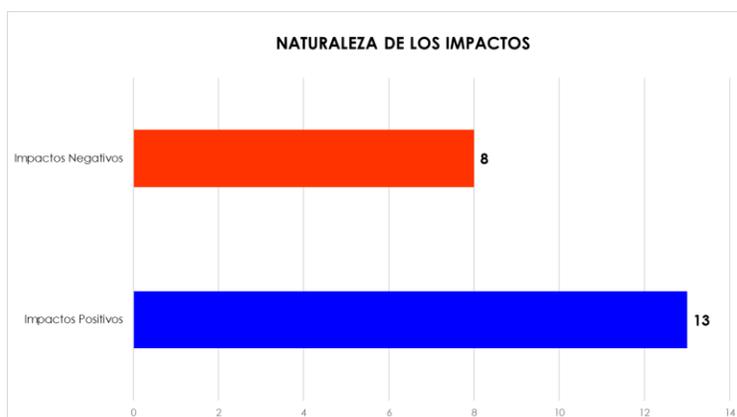
### V.2.5.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DURANTE LA ETAPA DE ABANDONO

**Tabla V.8.** Impactos ambientales generados por la operación del proyecto.

| TIPOLOGÍA DE IMPACTOS               |                                      | Importancia (I) |    | Característica           |                          |                            |                            |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|----|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS |                                      |                 |    | Ambiental Crítico (> 75) | Ambiental Severo (51-75) | Ambiental Moderado (25-50) | Ambiental Compatible (<25) |
| Aire                                | Emisiones a la atmósfera             | -               | 23 |                          |                          |                            | x                          |
|                                     | Niveles de ruido y vibraciones       | -               | 19 |                          |                          |                            | x                          |
|                                     | Partículas suspendidas y visibilidad | -               | 23 |                          |                          |                            | x                          |
| Suelo                               | Uso de suelo                         | +               | 34 |                          |                          | x                          |                            |

| TIPOLOGÍA DE IMPACTOS<br>CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS |                                   | Importancia (I) |    | Característica           |                          |                            |                            |
|--|-----------------------------------|-----------------|----|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
|  |                                   |                 |    | Ambiental Crítico (> 75) | Ambiental Severo (51-75) | Ambiental Moderado (25-50) | Ambiental Compatible (<25) |
|  | Erosión por el agua o el viento   | -               | 23 |                          |                          |                            | x                          |
|  | Modificación del relieve          | +               | 30 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Características fisicoquímicas    | +               | 30 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Calidad del suelo                 | +               | 34 |                          |                          | x                          |                            |
| <b>Agua</b>  | Alteración en la calidad del agua | -               | 30 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Drenaje y flujo                   | +               | 29 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Recarga del acuífero              | +               | 29 |                          |                          | x                          |                            |
| <b>BIOTOPO</b>   | Actividades de reforestación      | +               | 41 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Afectaciones a la fauna           | -               | 19 |                          |                          |                            | x                          |
|  | Incremento del hábitat            | +               | 43 |                          |                          | x                          |                            |
| <b>PAISAJE</b>   | Calidad visual                    | +               | 38 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Apariencia del agua               | -               | 17 |                          |                          |                            | x                          |
|  | Naturalidad                       | +               | 32 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Visibilidad                       | -               | 17 |                          |                          |                            | x                          |
| <b>SOCIAL</b>  | Estilo y calidad de vida          | +               | 31 |                          |                          | x                          |                            |
| <b>ECONÓMICO</b>   | Demanda de bienes y servicios     | +               | 31 |                          |                          | x                          |                            |
|  | Generación de empleos             | +               | 31 |                          |                          | x                          |                            |

Como se observa en la tabla anterior, de los impactos identificados 21, 8 son impactos considerados negativos y 13 son considerados como POSITIVOS.



**Gráfica V.5.** Naturaleza de los impactos durante el abandono.

Durante esta etapa se identificaron 21 impactos, 14 son considerados como ambientalmente moderados, 7 como ambientalmente compatibles.



**Gráfica V.6.** Porcentaje de los impactos ambientales generados en la etapa operativa.

## V.2.6 CONCLUSIONES

El sistema ambiental previo al inicio de actividades del proyecto presenta un estado ambientalmente compatible considerando las características de la zona.

Si bien, existe un impacto negativo en la fase de preparación del sitio por efecto de la remoción de vegetación (cambio de uso de suelo de terreno forestal), en general el proyecto en conjunto presenta una valoración positiva, que al efectuar el análisis se revierte por los efectos adversos al suelo y la vegetación. Así mismo, en torno al medio socioeconómico, el resultado final es positivo para las tres etapas del proyecto.

Durante las actividades de despalme, desmonte y limpia se generarán los mayores impactos negativos y moderados sobre la vegetación, pero pueden verse mitigados a través de la creación de áreas de amortiguamiento y aplicar programas de restauración y reforestación en las áreas de aprovechamiento, esto como medida de compensación.

De igual manera, se alterará la calidad del aire por los polvos y emisiones generados a la atmósfera, aunque éstos serán impactos medios/bajos, temporales, puntuales o parciales, reversibles a mediano y largo plazo, por afectar solamente el área que incide el proyecto. Sin embargo, a través de la ejecución de varias medidas de mitigación, como el humedecimiento del terreno y el mantenimiento a la maquinaria previo a su operación, el impacto puede ser mitigado.

La valoración final de los impactos ocasionados resulta ser positiva en términos generales, adjudicada principalmente al aspecto económico y social, debido a la generación de empleos, el aumento en el nivel de consumo por cada una de las actividades y

principalmente, por la oportunidad de que la población firme o incremente su patrimonio familiar.

Durante las diferentes etapas del proyecto con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, las actividades que se realizarán no pondrán en riesgo la estabilidad del sistema ambiental, por lo que el proyecto se considera compatible y ambientalmente viable para su ejecución, considerando su ubicación, niveles de impacto existentes en el predio actualmente, así como las características del paisaje; condicionado a la aplicación de medidas de mitigación o compensación de los impactos generados en cada etapa del proyecto que se indican en el **Capítulo VII**.

# CAPÍTULO VI

---

MEDIDAS  
PREVENTIVAS Y DE  
MITIGACIÓN DE LOS  
IMPACTOS  
AMBIENTALES

## CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....   | 2  |
| VI.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O<br>CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. .... | 4  |
| VI.2 IMPACTOS ACUMULATIVOS .....   | 18 |
| VI.3 IMPACTOS RESIDUALES .....   | 19 |

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Las medidas que son agrupadas dentro del término "Mitigación" pretenden moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, dichas medidas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- A. De Prevención.** Aquellas obras o acciones inclinadas a evitar que el impacto se manifieste.
- B. De Mitigación.** Aquellas obras o acciones planteadas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- C. De Restauración.** Acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- D. De Compensación.** Acciones o medidas que subsanen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Dichas medidas corresponderán proporcionalmente al impacto ocasionado.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia debido a que su correcta ejecución evita que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias. En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán ejecutar a fin de maximizar la compatibilidad del proyecto con el ambiente.

Para describir las medidas presentadas se utilizaría cierta simbología que se describe a continuación, es conveniente mencionar que se especifica el tipo de medida a implementar, el componente del medio ambiente afectado, la etapa en que es aplicable la medida y los medios necesarios para dar seguimiento a cada acción realizada, de manera que funcionen como evidencias documentales, de control y cumplimiento ambiental de las actividades como se muestra en la **tabla VI.1**

### **AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS**

Las principales medidas presentadas para este proyecto se describen para cada componente ambiental identificado, y para la etapa en la que se presenta; adicionalmente se dan los elementos para evidenciar el cumplimiento de las medidas. Es conveniente

mencionar que algunas medidas son similares en dos o tres etapas del proyecto, por lo que las diferentes actividades planteadas pueden estar presentes en varios momentos del proyecto.

Se establecieron en el Capítulo V los componentes y factores ambientales que podrían ser impactados por la realización de la obra. Con base en ellos se establecerán las medidas de prevención, mitigación y compensación para el proyecto, en este caso se considera agrupado en cada componente los factores ambientales definidos en la evaluación de los impactos ambientales.

En las tablas de las medidas propuestas se presentan algunas abreviaturas que se muestran en la siguiente Tabla:

**Tabla VI. 1.** Simbología que se utilizará para categorizar las medidas propuestas.

| <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>COMPONENTE AFECTADO</b> | <b>ETAPA DEL PROYECTO</b>       |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Prevenición <b>P</b>  | Aire <b>Ai</b>             | Preparación del sitio <b>Ps</b> |
| Mitigación <b>M</b>   | Flora <b>Fl</b>            | Operación y <b>Co</b>           |
| Compensación <b>C</b> | Fauna <b>Fa</b>            | mantenimiento                   |
|                       | Suelo <b>S</b>             | Abandono <b>Om</b>              |
|                       | Agua <b>Ag</b>             |                                 |

Las medidas siguientes están enfocadas a los siguientes componentes:

- a) Componente Aire.
- b) Componente Agua.
- c) Componente Suelo.
- d) Componente Flora Silvestre.
- e) Componente Fauna Silvestre.

Durante la etapa de preparación del sitio y operación del mismo se contempló determinar las posibles afectaciones sobre el medio ambiente derivado del desarrollo de la obra en el área seleccionada para desarrollarla. Considerando lo anterior, se fundamentó el desarrollo del presente estudio de Manifestación de Impacto Ambiental. A continuación, se presenta la relación de cada impacto ambiental identificado en las diferentes etapas del proyecto, así como la(s) medida(s) de mitigación aplicables a cada caso y lo que se espera que suceda por la aplicación de dichas medidas.

**VI.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.**

A continuación, se presentan a manera de tablas las medidas mencionando su tipo, los componentes ambientales afectados, las etapas del proyecto en las que se presentarán y el seguimiento que se les dará.

**Tabla VI. 2.** Medidas generales para el componente ambiental **AIRE.**

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA  | SEGUIMIENTO   |
|---|----------------|--------|---|
| El equipo, vehículos y maquinaria utilizados durante el proyecto deberán contar con mantenimiento preventivo que incluya afinación mayor.<br>Se deberán realizar afinaciones y mantenimientos periódicos a las maquinarias. | P              | Ps, Om | Facturas de talleres externos.<br>Llevar a cabo el procedimiento de supervisión ambiental.<br>Bitácora de Mantenimiento por vehículo. |
| Los camiones de carga que transporte material pétreo deberán contar con lonas que eviten la dispersión de polvos, o bien humedecer el material para el traslado.  | P              | Ps, Om | Supervisión en campo, fotografías de uso del material y equipo necesario.   |
| Los vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con su bitácora de mantenimiento preventivo.   | P              | Ps, Om | Bitácora de mantenimiento por vehículo.   |
| Los trabajadores y operadores que estén expuestos al ruido producido por la maquinaria, deberán utilizar tapones auditivos.   | P              | Ps, Om | Supervisión en campo.<br>Fotografías de uso del equipo.   |
| Se deberán realizar riegos periódicamente en el área de trabajo. Esto para evitar la dispersión de los polvos a la atmósfera.   | M              | Ps, Om | Supervisión en campo.<br>Memoria fotográfica.   |
| Se deberá humedecer los caminos internos, con el fin de minimizar la emisión de polvos.   | P              | Ps, Om | Supervisión en campo, fotografías de la realización de dicha actividad.   |
| Se deberá solicitar a los transportes del material pétreo, que coloquen lonas sobre el material transportado o bien   | P              | Om     | Por medio del reporte fotográfico que se generen de visitas al sitio seleccionado   |

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA | SEGUIMIENTO  |
|---|----------------|-------|--|
| que humedezcan la capa superior del material para evitar la dispersión de partículas sólidas durante su trayecto. |                |       | para desarrollar el proyecto con objeto de constatar el cumplimiento de las medidas propuestas |
| El personal empleado no deberá encender fogatas, quemar residuos o restos de vegetación seca.                     | P              | Om, A | Por medio del reporte fotográfico que se generen de visitas al sitio seleccionado.             |

**Tabla VI. 3.** Medidas generales para el componente ambiental AGUA.

| MEDIDA   | TIPO DE MEDIDA | ETAPA     | SEGUIMIENTO  |
|--|----------------|-----------|--|
| No se deberá excavar a mayor profundidad de la solicitada en este estudio (4 metros de profundidad). No utilizar maquinaria en mal estado que pudiera modificar o contaminar las características del agua.   | P              | O, A      | El cumplimiento de la medida se verificará por medio de un programa de supervisión ambiental (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio)  |
| Para evitar daños por mala planeación de la explotación durante temporada de lluvias, se deberán canalizar las aguas pluviales a través de una red de drenaje superficial en la pata del talud en cada berma. Esto hacia las orillas y no sobre el mismo talud, para prevenir acarreo de azolves.  | P              | Ps        | Supervisar la obra y verificar las cunetas de desagüe en las bermas.<br>Evidencia fotográfica de los canales de desagüe.   |
| En el caso de proyecto, es importante comentar que contará con medidas para prevenir la contaminación del acuífero durante la operación del proyecto (extracción del material pétreo) la instalación de sanitarios móviles (letrinas) a través de una empresa arrendadora quienes se encargaran de darle mantenimiento a dichos sanitarios, manejo de las aguas residuales y disposición final adecuado. | C, M           | Ps, Om, A | Supervisión en campo de la delimitación de zonas de desmonte a través del procedimiento de desmonte direccionado.<br><br>Delimitar perfectamente las áreas de conservación con vegetación nativa.<br><br>Presentar la memoria fotográfica de las actividades llevadas a cabo en campo. |

| MEDIDA   | TIPO DE MEDIDA | ETAPA        | SEGUIMIENTO  |
|--|----------------|--------------|--|
| <p>El proyecto también contará con áreas de amortiguamiento con vegetación nativa que permitirán la infiltración del acuífero de la zona.</p> <p>Adicionalmente para prevenir la contaminación del acuífero de la zona, el proyecto establece la aplicación de un Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio).</p> <p>Todo lo anterior se realizará para no comprometer la calidad y la cantidad en la captación del acuífero de la zona.</p> |                |              |  |
| <p>Habilitar sanitarios móviles (letrinas) en el área de trabajo, a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico, de manera que se asegure su óptima operación y se evite infiltraciones al suelo y al agua, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores.</p>   | P              | Ps, Om,<br>A | Facturas de renta, memoria fotográfica y supervisión en campo.     |
| <p>Los sanitarios deberán ser distribuidos en los frentes de trabajo, de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando, y se deberán colocar letreros que promuevan su uso obligatorio.</p>   | P              | Ps, Om,<br>A | Fotografías de la distribución de ellos y supervisión en campo.    |
| <p>Las aguas residuales generadas en las letrinas móviles serán dispuestas por la empresa prestadora del servicio, en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente.</p>  | P              | Ps, Om,<br>A | Facturas de renta, fotografías del retiro de las aguas residuales. |

| <b>MEDIDA</b>  | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>  |
|--|-----------------------|--------------|---|
| El almacén que se habilite como parte de las instalaciones provisionales, deberá contar con un sanitario móvil para el control de aguas sanitarias.  | P                     | Ps, Co       | Facturas de renta, fotografías y supervisión en campo.  |
| Quedará prohibido depositar cualquier tipo de residuo peligroso en suelo natural, incluyendo los restos de emulsión asfáltica y de pintura, así como cualquier material impregnado con éstos que mediante lixiviación pueda contaminar el agua de la región. | P                     | Ps, Om       | Supervisión en campo de la aplicación del procedimiento de manejo de residuos peligrosos.   |
| Queda estrictamente prohibido tirar residuos sólidos diversos en el área de estudio.   | P                     | Ps, Om,<br>A | Supervisar la correcta aplicación del Procedimiento de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.  |
| Se mantendrán áreas de amortiguamiento que permitan la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto.  | C                     | Ps, Om       | Supervisión en campo de vértices delimitantes del área amortiguamiento, delimitación de zonas de desmonte para el proyecto.<br>Toma de fotografías de las áreas de amortiguamiento. |
| El agua para consumo de los trabajadores procederá de bidones proveídos por la empresa.  | M                     | Ps, Om       | Fotografías del suministro de agua.   |

**Tabla VI. 4.** Medidas generales para el componente ambiental SUELO.

| <b>MEDIDA</b>  | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>   |
|--|-----------------------|--------------|--|
| Se mantendrán áreas de amortiguamiento en las cuales no se removerá la vegetación natural, lo que también permitirá la permanencia del suelo natural, así como la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto. | C                     | Ps, Om       | Supervisión en campo.<br>Delimitación de las zonas de desmonte.<br>Memoria fotográfica de las actividades. |

| <b>MEDIDA</b>  | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>  |
|--|-----------------------|--------------|---|
| Capacitación de personal operativo y de supervisión en el manejo de residuos.  | P                     | Ps, Om,<br>A | Temario de capacitación y memoria fotográfica de la capacitación.   |
| En las áreas de trabajo se ubicarán botes de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, estos contarán con tapa para evitar la proliferación de vectores indeseables y deberán estar rotulados. No se debe permitir la disposición de residuos en el piso descubierto.<br>Se fomentará el reciclaje de los residuos. En términos generales se aplicará un Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio).                 | M                     | Ps, Om,<br>A | Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos. Presentar la memoria fotográfica de la rotulación de los recipientes, ubicación y funcionamiento de los mismos.  |
| Los residuos derivados del despalme serán utilizados para las labores de relleno en donde lo amerite y en las áreas en donde se llevarán a cabo las actividades de reubicación (reforestación) de las plantas nativas rescatadas del área de afectación por el proyecto a manera de suelo orgánico cernicado. No se dispondrá el material sobre vegetación nativa. Únicamente se enviará al basurero municipal los residuos sólidos urbanos que se pudieran generar. | M                     | Ps, Om       | Supervisión en campo de las diferentes actividades de este punto.<br>Toma de memoria fotográfica del retiro de material edafológico orgánico del área del proyecto y su acamellonamiento temporal en el área de estudio.<br>Toma de memoria fotográfica del retiro de material vegetal y recibos del relleno sanitario. |
| Los residuos vegetales serán picados, triturados y utilizados para la labranza del terreno en donde serán ubicados el suelo forestal recuperado del área de aprovechamiento. Al final sobre esta cama de tierra-residuos orgánicos esparcidos serán llevadas a cabo  | M                     | Ps, Om       | Supervisión en campo de las diferentes actividades de este punto.<br>Toma de memoria fotográfica del triturado y picado de los residuos orgánicos de origen vegetal, ubicación sobre el suelo   |

| <b>MEDIDA</b>  | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>   |
|--|-----------------------|--------------|--|
| actividades de reforestación con plantas nativas. Todo esto contribuirá a la protección, conservación y formación del suelo orgánico forestal.   |                       |              | recuperado del área del proyecto y sembrado de especies de plantas nativas en dicho terreno.                                   |
| Los contenedores de residuos sólidos se deberán retirar periódicamente del sitio para ser enviados a sitios autorizados (relleno sanitario o basurero municipal) para su disposición final.  | M                     | Ps, Om       | Supervisión en campo, memoria fotográfica del retiro de los recipientes y recibos del relleno sanitario o basurero municipal.  |
| Limpieza y recolección periódica durante el desarrollo de la obra, de los residuos sólidos urbanos generados por el proyecto en el área de influencia directa del proyecto.  | M                     | Ps, Om       | Supervisión en campo y memoria fotográfica del mantenimiento aplicado.   |
| Disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial conforme a la legislación aplicable.   | M                     | Ps, Om,<br>A | Supervisión en campo, fotografías del retiro de la disposición final, recibos del ingreso de los residuos a disposición final. |
| La maquinaria utilizada deberá estar en buen estado, sin fugas o goteos de aceite o combustible. Cada unidad contará con recipientes para contener probables derrames o pequeños goteos.   | P                     | Ps, Om       | Supervisión en campo y memoria fotográfica de los recipientes para contener alguna fuga o derrame accidental.                  |
| Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos que pudieran generarse, tales como residuos de material asfáltico, aceites y pinturas, con el fin de evitar derrames y lixiviación al suelo natural y al agua. Los residuos peligrosos generados (sustrato firme, agua o materiales contaminados con hidrocarburo, restos y botes de pintura), se dispondrán en | M                     | Ps, Co       | Supervisión en campo y memoria fotográfica de la segregación en los contenedores.  |

| <b>MEDIDA</b>   | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>   |
|---|-----------------------|--------------|--|
| <p>contenedores rotulados y con tapa, separando líquidos y sólidos.</p> <p>En términos generales se aplicará un Procedimiento de manejo de residuos peligrosos (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio).</p>  |                       |              |  |
| <p>Habilitar en el área de almacén contenedores con tapa, para el depósito de residuos sólidos peligrosos, deben estar bajo techo, los cuales se almacenarán de manera temporal, hasta su traslado a disposición final. Los contenedores deben estar rotulados.</p>   | P                     | Ps, Om,<br>A | Supervisión en campo, y memoria fotografía de los contenedores.                        |
| <p>Se deberá contar con sanitarios móviles (a razón de 1 por cada 15 trabajadores) en el área de trabajo, a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico, de manera que se asegure su óptima operación y se eviten infiltraciones al suelo y al manto acuífero, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores.</p> | P                     | Ps, Om,<br>A | Supervisión ambiental.<br>Memoria fotográfica.<br>Facturas de renta de los sanitarios. |
| <p>Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los almacenes de las constructoras y en el caso de los residuos se dispondrán en el sitio de disposición final autorizado por la autoridad municipal.</p>   | M                     | Om, A        | Fotografías de las áreas del proyecto completamente limpias.                           |

**Tabla VI. 5.** Medidas generales para el componente ambiental Flora silvestre (Recursos Forestales).

| <b>MEDIDA</b>   | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>   |
|---|-----------------------|--------------|--|
| Se mantendrán áreas de amortiguamiento que representa el 40.00 % con respecto al área total del predio. Esta área de conservación se encuentra en los alrededores del área del proyecto, por lo que en este sentido el proyecto pretende garantizar que se promuevan corredores de vegetación adecuados para los grupos faunísticos identificados en la zona. | C                     | Ps, Om       | Supervisión ambiental.<br>Memoria fotográfica.<br>Delimitación de las zonas de desmonte y despalme   |
| Las actividades de desmonte y despalme se limitarán a las áreas solicitadas en este estudio. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación. Las actividades de desmonte y despalme se llevarán a cabo mediante la aplicación de un procedimiento de desmonte direccionado.                      | P                     | Ps, Om       | Supervisión en campo de la aplicación del procedimiento de desmonte direccionado del arbolado.<br><br>Presentar memoria fotografía del desmonte direccionado. Ver anexo 5. |
| El desmonte deberá realizarse de manera gradual, esto conforme al avance de zonas de explotación, de manera que permita que las áreas que no se trabajen no se expongan a las condiciones de intemperismo afectado al suelo.  |                       |              | Supervisión en campo de la aplicación del procedimiento de desmonte direccionado (ver anexo 5).<br><br>Presentar memoria fotografía del desmonte gradual y por etapas.     |
| La vegetación producto del desmonte se deberá trozar con herramienta manual y maquinaria pesada, para posteriormente depositar en los claros o zonas con  | M                     | Ps, Om       | Supervisión en campo, fotografías del trozado, traslado y depósito del material vegetal.   |

| <b>MEDIDA</b>   | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>   |
|---|-----------------------|--------------|--|
| poca vegetación existente dentro de las áreas de amortiguamiento del proyecto con la finalidad de contribuir a la formación del suelo de la región.   |                       |              |  |
| No realizar la quema o la eliminación de los residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.   | P                     | Ps, Om       | Supervisión en campo, fotografía del desmonte direccionado del arbolado.   |
| Estará estrictamente prohibida la extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación ilegal.   | P                     | Ps, Om, A    | Platicas informativas y de concientización acerca de la importancia de las especies de flora silvestre dentro del ecosistema.<br>Supervisión en campo del cumplimiento de la protección de las especies de flora silvestre.  |
| Se rescatarán y reubicarán ejemplares de especies de flora silvestre catalogadas bajo algún estatus de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó de importancia ecológica en la región mediante la aplicación de un Programa de Acción para la Protección de la Flora Silvestre (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio). | P                     | Ps,          | Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de rescate y reubicación de especies forestales.<br>Demostrar un éxito del 80% en índice de sobrevivencia de las especies reubicadas por el proyecto.<br>Presentar la memoria fotográfica de las actividades encaminadas a la protección y conservación de las Especies forestales. |
| Las especies nativas de mayor importancia en la composición y estructura de la vegetación del área pretendida para el proyecto será motivo de rescate y reubicación en  | P                     | Ps           | Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de rescate y reubicación de las   |

| <b>MEDIDA</b>   | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>   |
|---|-----------------------|--------------|--|
| las áreas de amortiguamiento del proyecto (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio).   |                       |              | especies nativas propensas a afectación. Demostrar un éxito del 80% en índice de sobrevivencia de las especies reforestadas por el proyecto. Presentar la memoria fotográfica de las actividades del programa de recate y reubicación de las especies forestales.  |
| Posterior a la explotación se deberá rehabilitar el área de taludes con especies nativas. Para ello se reforestará con especies nativas las terrazas que se delimiten al final del aprovechamiento, así como propiciar la regeneración natural en los taludes y áreas adyacentes. | C                     | A            | Se aplicará un Programa de rescate y reubicación de especies nativas de la vegetación forestal afectada (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio) para el área de taludes con especies nativas y se aplicará un programa de supervisión ambiental, así como un programa de restauración del sitio ( <b>anexo 6C</b> ) |
| Prevenir la ocurrencia de incendios forestales en la zona del proyecto y apoyar labores de combate cuando estos se presenten.   | P                     | Ps, Om, A    | Presentar un programa de protección contra incendios forestales una vez autorizado el proyecto.  |
| Apoyar el monitoreo de los árboles a fin de determinar alguna presencia de plagas y enfermedades forestales.  |                       |              | Inspecciones sanitarias dentro del predio una vez por año, realizando el reporte respectivo.   |

**Tabla VI. 6.** Medidas generales para el componente ambiental Fauna silvestre.

| <b>MEDIDA</b>   | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>                               |
|---|-----------------------|--------------|--|
| Con el fin de garantizar la conectividad de la vegetación | M                     | Ps, Om       | Supervisión en campo para la delimitación de las |

| <b>MEDIDA</b>  | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>   |
|--|-----------------------|--------------|--|
| entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna el proyecto contempla áreas de amortiguamiento en la cual serán mantenidos el suelo y la vegetación natural actual que están conectadas con terrenos circundantes con la misma condición en cuanto a la estructura de la vegetación que en conjunto permitirían la continuidad de los elementos naturales para el tránsito de la fauna silvestre de la región. |                       |              | áreas de amortiguamiento.<br><br>Memoria fotográfica de los señalamientos.<br><br>Ver <b>Anexo 5</b> .   |
| En las áreas de amortiguamiento mantenidas en el proyecto se podrá reubicar a las especies que se capturen a través del programa de acción para la protección de la fauna silvestre.   | M                     | Ps, Om       |  |
| Se deberá trabajar en horarios de día para evitar en lo posible el trabajo nocturno que afecte especies de hábitos de este tipo.   | P                     | Ps, Om,<br>A | Bitácoras de entrada y salida de trabajadores. Fotografías de labores matutinas y vespertinas. Supervisión ambiental.  |
| Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna silvestre presente en el sitio (cacería furtiva y evitar que los trabajadores la practiquen). Así mismo se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante las diferentes etapas del proyecto.  | P                     | Ps, Om,<br>A | Platicas informativas y de concientización acerca de la importancia de las especies de fauna silvestre dentro del ecosistema.<br>Supervisión en campo del cumplimiento de la protección de las especies de fauna silvestre.<br>Establecimiento de letreros alusivos de la prohibición de cacería |

| <b>MEDIDA</b>  | <b>TIPO DE MEDIDA</b> | <b>ETAPA</b> | <b>SEGUIMIENTO</b>   |
|--|-----------------------|--------------|--|
|  |                       |              | dentro del área de trabajo.  |
| Previo a la actividad de maquinaria pesada e incluso durante su labor, se realizarán revisiones en el área a afectar, para ahuyentar a la fauna silvestre susceptible de afectación por el proyecto mediante la aplicación de un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio). | M                     | Ps, Om       | Supervisión en campo de la aplicación del Programa de acción para la protección de las especies de fauna silvestre.<br>Toma de fotografías acerca del rescate y reubicación de los ejemplares.   |
| Para evitar la afectación de la fauna silvestre de las áreas colindantes a las de amortiguamiento se deberá delimitar perfectamente las áreas de desmonte para la extracción del material por el proyecto para evitar afectación a áreas no solicitadas para tal fin.  | M                     | Ps           | Supervisión en campo y memoria fotográfica de los señalamientos preventivos y restrictivos para evitar la afectación de la fauna silvestre.  |
| El área de estudio permanecerá sin bardas perimetrales que impidan el libre flujo de la fauna silvestre.   | M                     | Ps, Om       | Supervisión en campo.<br>Memoria fotográfica en su caso.   |
| Los trabajos de desmonte, despalme, así como la extracción del material pétreo se realizarán paulatinamente conforme al avance de la obra para permitir una salida gradual de la fauna silvestres hacia sitios menos perturbados y fuera de todo peligro.  | P                     | Ps, Om       | Supervisión en campo del Programa de acciones para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio).<br><br>Presentar la memoria fotográfica de las actividades llevadas a cabo del programa de acciones para la protección de la fauna silvestre. |
| Se rescatarán y reubicarán ejemplares de especies de fauna silvestre catalogadas bajo algún  | P                     | Ps, Om,<br>A | Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de acción para  |

| MEDIDA  | TIPO DE MEDIDA | ETAPA       | SEGUIMIENTO  |
|---|----------------|-------------|--|
| estatus de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó de importancia ecológica en la región mediante la aplicación de un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio). |                |             | la protección de la fauna silvestre. Demostrar un éxito del 80% en porcentaje de éxito obtenido (PEO) en las especies reubicadas por el proyecto.<br>Presentar la memoria fotográfica de las actividades encaminadas a la protección de las especies de fauna silvestre. |
| Para disminuir las posibilidades de daño a la fauna menor por la circulación de cualquier vehículo o maquinaria restringiendo las velocidades, con el fin de evitar el atropellamiento de fauna menor en los caminos de acceso.             | P              | Ps, Om<br>A | Señalamientos de restricción de velocidades en vías de tránsito dentro del predio. Supervisión diaria y elaboración de reportes.   |

**Tabla VI. 7.** Medidas para el componente ambiental Modificación al paisaje.

| MEDIDA   | TIPO DE MEDIDA | ETAPA DEL PROYECTO | SEGUIMIENTO   |
|--|----------------|--------------------|---|
| Colocar contenedores suficientes y adecuadamente identificados para disponer en ellos los residuos que se generen.   | P              | Ps, Om, A          | Implementación del procedimiento de manejo de residuos sólidos (ver <b>Anexo 5</b> ).<br>Reporte fotográfico de las visitas al sitio seleccionado con objeto de constatar el cumplimiento de las medidas propuestas |
| La limpieza del área deberá realizarse después de terminada la jornada laboral. Dichos materiales deberán ser dispuestos en las áreas autorizadas para tal efecto. | P              | Ps, Om, A          | Supervisión en campo.<br>Memoria fotográfica  |

|  |          |           |  |
|--|----------|-----------|--|
| Se deberá colocar un señalamiento de tamaño adecuado que indique que está prohibido tirar o disponer residuos de cualquier tipo.   | <b>P</b> | Ps, Om, A | Supervisión en campo.<br>Memoria fotográfica                               |
| Se deberá restaurar el área una vez que se haya concluido el aprovechamiento, para ello ha de utilizarse especies de capacidad invasora adaptadas a las condiciones naturales de suelos pobres. Se utilizará el material del suelo descapotado para sustrato de la nueva vegetación. | <b>C</b> | Ps, Om, A | Supervisión de campo<br>Memoria fotográfica de actividades de restauración |

Cabe señalar que todo esto será llevado a cabo en conjunto con los procedimientos y programas aplicables a la obra y anexos a este estudio técnico (**Ver Anexos 5 y 6**).

- Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos (**Anexo 5**).
- Procedimiento de manejo de residuos peligrosos (**Anexo 5**).
- Procedimiento de desmonte direccionado (**Anexo 5**).
- Procedimiento de supervisión ambiental (**Anexo 5**).
- Programa de acciones para la protección de fauna silvestre (**Anexo 6**).
- Programa de acciones para la protección de la flora silvestre (**Anexo 6**).
- Programa de Restauración (**Anexo 6**).

**Medidas adicionales:**

- Se deberán colocar señalamientos visibles sobre las actividades prohibidas a realizar dentro del área del proyecto, por ejemplo: prohibido cazar o extraer fauna y flora, prohibido realizar fogatas, prohibido tirar basura, etc.
- Capacitación del personal operativo para el buen desempeño laboral y evitar accidentes, así como con servicios de atención y equipamiento contra eventualidades menores.
- Se deberá proporcionar al personal el equipo de protección personal (botas, guantes, tapones auditivos, etc.) según los requerimientos de las actividades que se realicen, para su uso permanente.

- En el área de almacén deberá existir un botiquín de primeros auxilios, para la atención de algún accidente menor.
- El almacén deberá incluir extintores y desarrollar un procedimiento para la atención y combate contra incendios menores. Se implementará la revisión mensual de los extintores para mantenerlos en condiciones de operatividad.
- Se colocarán cintas restrictivas de paso hacia áreas críticas cuando el proyecto se encuentre desarrollándose en las inmediaciones.
- Se deberá contar con un supervisor ambiental y forestal competente que se encargue de verificar la aplicación de las medidas anteriormente propuestas; así mismo, las autoridades correspondientes deberán ejercer la vigilancia en su ámbito de competencia.

Para el correcto cumplimiento de las medidas de mitigación aquí emitidas, se deberá de ejecutar un programa de supervisión de la acción u obra de mitigación. Se supervisará el cumplimiento de las medidas de mitigación mediante inspección visual (supervisión ambiental), esto con el objetivo de que se cumplan las medidas propuestas en este capítulo.

Es importante reiterar que el proyecto contará con una zona de amortiguamiento, la cual se propuso debido a las buenas condiciones de la vegetación y servirá para mantener la vegetación y fauna existe en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

---

## **VI.2 IMPACTOS ACUMULATIVOS**

De acuerdo a Clark, R. (1993) sugiere que tal vez los efectos ambientales más devastadores desde el punto de vista ecológico resultan de una combinación de presiones existentes en el ambiente más que por los efectos de una propuesta en particular, es decir, son el resultado de la suma de impactos menores individuales de múltiples acciones a lo largo del tiempo.

En general existe consenso en cuanto a que la mayoría de los efectos sobre el medio ambiente pueden ser catalogados como acumulativos ya que gran medida de los ecosistemas ha sido afectada por actividades humanas.

Cuando la intensidad de desarrollo permanece lenta, los impactos pueden ser asimilados por el ambiente en el tiempo, y los efectos acumulativos no serán un problema significativo. Sin embargo, cuando el desarrollo alcanza niveles o intensidades elevadas, los impactos no pueden ser asimilados rápidamente por el ambiente para prevenir un incremento de dichos impactos en el tiempo. Los cambios acumulados en el tiempo y espacio, compuestos el efecto excede la suma de los cambios previos. Esta acumulación temporal y espacial

gradualmente altera la estructura y función de los sistemas ambientales, y subsecuentemente afecta las actividades humanas.

El presente proyecto no pretende generar impactos acumulativos significantes, ya que el predio donde se pretende desarrollar el proyecto no implica la afectación o remoción de vegetación de importancia (además de que se pretende dejar zonas con características forestales como zonas de amortiguamiento), ya que en el conjunto predial se encuentra vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia.

Por otra parte, en este capítulo se establecen medidas preventivas y de mitigación para cada uno de los elementos que se contempla en el proyecto, mismos, que son considerados para la evaluación de este apartado que resultaron ser impactos mínimos más no acumulativos.

---

### **VI.3 IMPACTOS RESIDUALES**

Es importante tener en cuenta que el Cambio de Uso de Suelo por la preparación y operación del proyecto en el predio implicará afectaciones permanentes al sistema ambiental actual, dichas afectaciones se pueden caracterizar como ambientalmente moderadas y ampliamente generalizadas en la zona entre las que se encuentran:

- Transformación del paisaje actual, conformado por terrenos donde la superficie está cubierta por vegetación en diferentes estratos y grados de recuperación, más que nada de tipo forestal.
- Se generará una carga adicional de residuos sólidos municipales en la zona.
- Afectación a la fauna, a través del ahuyentamiento y relocalización de estos organismos a otras áreas.
- Afectación al suelo modificándose el relieve local debido a la extracción del material pétreo.
- Actividades extractivas del material sobre la afectación sobre el relieve local.
- Consecuentemente, disminución de áreas arboladas.
- Transformación del paisaje actual, conformado por terrenos donde la superficie está cubierta por vegetación en diferentes estratos y grados de recuperación.

En todos los casos, el impacto en la zona es sinérgico y simple, no atribuible exclusivamente al proyecto debido a que en la zona en décadas anteriores en el predio se han llevado a cabo actividades de extracción de madera, así como otros fenómenos como incendios y los huracanes. Para el adecuado cumplimiento de las medidas de mitigación señaladas, se deberá de establecer un programa de supervisión de la acción u obra de mitigación. Se supervisará el cumplimiento de las medidas de mitigación mediante inspección visual (supervisión ambiental), con el objetivo de que se cumplan las condicionantes emitidas en este documento.

# CAPÍTULO VII

---

PRONÓSTICOS  
AMBIENTALES Y EN SU  
CASO, EVALUACIÓN DE  
ALTERNATIVAS

# CONTENIDO

|  |   |
|--|---|
| VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....                 | 1 |
| VII.1 PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO.....   | 1 |
| VII.1.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO. ....                            | 1 |
| VII.1.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN..... | 2 |
| VII.1.3 ESCENARIO DEL PROYECTO CON LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....             | 4 |
| VII.1.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....   | 5 |
| VII.1.5 PRONÓSTICO AMBIENTAL .....   | 5 |
| VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL .....   | 6 |
| VII.3 CONCLUSIONES.....  | 8 |

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1 PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO

El proyecto que se evalúa en el presente estudio es la ampliación de un banco de extracción de materiales pétreos, localizado en un sitio con una composición vegetal secundaria de Selva Mediana Caducifolia con diferentes estados de recuperación.

La ampliación del presente banco de materiales pretende seguir cubriendo las necesidades básicas de la demanda de materia prima al municipio de Umán y zonas aleñadas, lo anterior para atender la actividad de la industria de la construcción y al crecimiento local y estatal, lo cual ha impulsado a las diversas industrias, el aumentar sus volúmenes de producción con el fin de abastecer al sector de la construcción.

El desarrollo del proyecto no introduce cambios significativos en la composición, distribución o riqueza de especies, ni siquiera de aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y tampoco pone en riesgo la integralidad, características, funciones y capacidades de los distintos tipos de vegetación presentes en la zona de estudio.

En este sentido el objetivo de este capítulo es presentar una predicción del comportamiento que tendrá el ambiente en un espacio y tiempo determinados bajo diferentes escenarios, considerando la existencia o ausencia del proyecto, así como las medidas preventivas o de mitigación propuestas para el presente estudio. Se describe a continuación, un análisis para visualizar los posibles escenarios del proyecto:

#### VII.1.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.

Evidentemente en este escenario los factores se mantienen sin cambios aparentes o con menor significancia, pues mantienen su estado ambiental actual al no existir un proyecto como tal.

El desarrollo del proyecto no se contrapone con los usos de compatibilidad; siendo congruente con el escenario que se tiene considerado en los instrumentos de planeación estatal y municipal (Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY)). Por lo que el proyecto no se contrapone a los planes y programas rectores de desarrollo anteriormente planteados.

Según la clasificación del INEGI Serie VI de la carta de uso de suelo y vegetación, el predio presenta vegetación de selva mediana caducifolia, sin embargo, mediante los muestreos realizados en el sitio se pudo verificar que la vegetación es secundaria con elementos

arbustivos y arbóreos principalmente. Además, no se afectará en lo absoluto áreas de importancia biológica, tales como Regiones Terrestres Prioritarias, Áreas Naturales Protegidas, Áreas de Importancia para la protección de las Aves, ni Corredores Biológicos.

Actualmente, en el sistema ambiental del proyecto existen numerosos asentamientos humanos dispersos y extensas áreas con vegetación secundaria en recuperación, de igual manera en el área de influencia prevalecen condiciones semejantes aunque varían en proporción. Es decir, por las características y condiciones de desarrollo de la vegetación, se reconocen que estas comunidades se han visto severamente afectadas por diversos fenómenos y actividades en años anteriores. Por lo que el paisaje en la zona con la ausencia del proyecto sigue siendo predominantemente urbano. Es decir, destaca la presencia de elementos de alteración, como aquellas generadas por la actividad humana. Con la ausencia del proyecto el 100% de la superficie del predio conserva su permeabilidad, lo que facilita la absorción del agua pluvial hacia el subsuelo, sin embargo, la zona está identificada con posibilidades bajas de funcionar como acuífero, de acuerdo con la carta de hidrología subterránea del INEGI. No existen corrientes de agua superficiales, ni cuerpos de agua lénticos (lagos, lagunas, aguadas, cenotes, etc.). No hay riesgo de contaminación del acuífero.

Las fuentes móviles que dan origen a la producción de gases contaminantes se siguen manteniendo en forma constante, debido al tránsito de vehículos que actualmente circulan en sus alrededores aún con la ausencia del proyecto, ya que el predio se encuentra cercana a la carretera federal Campeche-Mérida del km 180.

Sin proyecto y sin desarrollo de obras ni prestación de servicios, el predio no es aprovechado y por ende no ofrece beneficios económicos a la población local ni a la región, se limitan las fuentes de empleo a los pobladores y la derrama económica para la región.

### **VII.1.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

Al ejecutarse el proyecto en este escenario, la expectativa es que acontezcan ciertos cambios los cuales serán notorios por el estado actual del sitio, al explotar y extraer material pétreo. De manera que se resume lo siguiente:

Las afectaciones ambientales que se identifican son principalmente el suelo correspondiente a las acciones propias de la extracción de material pétreo lo que no permitirán su regeneración hasta el término de su operación y restauración de sitio por actividades de reforestación.

El desmonte de la vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia ocasionará una modificación al paisaje. La eliminación de la vegetación y de la capa del suelo afecta de manera parcial este predio, pero sus impactos son locales. Esta remoción de vegetación

y suelo pone en riesgo a las especies protegidas o bajo algún estatus de riesgo, compromete la biodiversidad y provoca la contaminación del suelo, y del manto acuífero.

Durante las labores de desmonte y despalme también se verá afectada de manera temporal y local la calidad del aire, ya que se generan gases, polvos y contaminación sonora provenientes del equipo y maquinaria a utilizar que, si bien no ocasionarán daño u afectación por ruido por su alejamiento a los centros de población, podría afectar a la fauna de la zona y ahuyentarla de sus sitios de anidación, alimentación y/o percha. El suelo se verá afectado debido a que se removerá la capa superficial, se favorece la pérdida de suelo y la erosión de la misma al exponer sus partículas al aire en la temporada de sequía y al agua en la temporada de lluvia; también se provoca su destrucción por los cortes y movimientos de tierra. Una vez que se realicen las compactaciones de terraplenes y asientos se reduce la capacidad de infiltración del agua de lluvia de manera puntual. En general, existe una modificación del paisaje y de las condiciones micro-climáticas locales del área afectada.

Debido al número de personas que se congregarán durante la preparación del sitio y desarrollo de obras, existe la posibilidad de localización inadecuada de los residuos sólidos, lo que podría ocasionar la presencia de fauna nociva en el área.

De manera que sin las medidas de mitigación durante el desarrollo del proyecto no se tendría control sobre las áreas a afectar, ya que podrían dañar superficies no autorizadas. Tampoco se prevendrían los impactos en el suelo por desechos sanitarios y derrames de aceite y diésel. Los residuos sólidos urbanos estarían dispersos por toda el área del proyecto, siendo posibles focos de infección.

Al finalizar la operación del proyecto se tendría un escenario drástico con el entorno, alejando a los organismos debido al ruido y a la pérdida de la totalidad de cobertura vegetal, además se afectaría gravemente el acuífero sin un manejo adecuado de las aguas residuales.

El predio ofrece un beneficio económico para sus poseedores y para la gente de la localidad al generar empleos, derrama económica, y al activar el comercio local. Sin embargo, también se generan residuos sólidos y líquidos que producen la contaminación del medio, y en ocasiones generan problemas de insalubridad, pues existe un manejo inadecuado de los mismos. Por lo que a su vez, habría un gasto extra por la totalidad de daños ocasionados al ambiente y multas por el incumplimiento de medidas.

### VII.1.3 ESCENARIO DEL PROYECTO CON LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Si las medidas de prevención y mitigación son implementadas en forma y tiempo adecuado (propuestas en el Capítulo VI del presente estudio) se esperaría que las modificaciones sean de significancia media.

De manera que todas las actividades y obras a ser desarrolladas durante la construcción del proyecto deberán ser supervisadas por un especialista ambiental, verificando el cumplimiento de cada una de las medidas preventivas y de mitigación.

En el escenario con proyecto y con medidas de mitigación se contempla la utilización únicamente de las áreas solicitadas, por lo que se vigilará que durante las actividades constructivas no se afecten las superficies de amortiguamiento o áreas no autorizadas; así mismo, previo a las actividades de construcción se ejecutarán procedimientos para evitar el daño a especies de flora y fauna bajo algún estatus de protección que pudieran encontrarse en el sitio.

La suspensión de partículas contaminantes se controla, al grado de ser suprimidos del medio, y se evita la contaminación por dichos factores. Las fuentes que dan origen a la producción de gases contaminantes se siguen manteniendo en forma constante, debido al tránsito de vehículos que ocurre normalmente en la zona. No obstante que el proyecto contribuye con un incremento en la emisión de dichos gases por el uso de maquinaria, estos serán controlados, puesto contarán con servicio y mantenimiento periódico, lo que reduce sus emisiones a la atmósfera.

En cuanto al suelo, la capa fértil del recurso (sustrato con materia orgánica), es rescatada y posteriormente se ocupa en las labores de rescate de flora silvestre, que serán depositadas en las áreas de amortiguamiento del proyecto, por lo que el recurso se conservará dentro del mismo.

Debido al tipo de arquitectura que se pretende implementar no se ve comprometida la absorción del agua pluvial hacia el subsuelo. No existen corrientes de agua superficiales, ni cuerpos de agua lénticos (lagos, lagunas, aguadas, cenotes, etc.).

Los residuos de cualquier tipo serán tratados de manera adecuada implementando procedimientos tanto para el manejo de los residuos sólidos urbanos, así como de los peligrosos y de manejo especial. En cuanto a las aguas negras, se prohíbe la defecación al aire libre; durante las actividades constructivas se utilizarán letrinas móviles las cuales recibirán un mantenimiento adecuado por parte de la empresa prestadora del servicio. Para la operación, aunque el actual banco de materiales se cuenta con servicio de sanitarios, se mantendrán sanitarios portátiles para los trabajadores, los cuales recibirán mantenimiento periódico por parte de la empresa contratista.

Durante la fase de operación del proyecto uno de los principales efectos que tendrá el proyecto será el aumento de nuevos empleos, además, derivado del desmonte de la vegetación forestal, se aplicarán medidas de mitigación que generarán empleos, entre las cuales se pueden observar a más detalle en el Anexo 6. Programa de rescate y reubicación de la vegetación forestal (6A) y Programa de acción para la protección de la flora silvestre (6B) y

De manera general se anticipa que el proyecto **Ampliación del Banco de Materiales** contribuirá en la mejora de la economía local, dado que se trata de la producción y venta de un recurso que tiene alta demanda en los mercados de consumo, además que promueve la divulgación ambiental por medio de la conservación de las especies, así como la permanencia de área de amortiguamiento.

La inversión, y la creación de nuevos empleos temporales, así como de los indirectos, contribuyen al bienestar social y a la economía del Municipio de Umán, así como de sus centros poblacionales aledaños.

#### **VII.1.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

El área en el cual se pretende realizar el proyecto es considerado un terreno idóneo. Este predio está poblado por una vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia en donde el uso que se pretende llevar a cabo en dicho sitio no se contrapone con los usos permitidos en la zona de acuerdo a los ordenamientos locales y estatales.

Como se ha demostrado en los apartados anteriores el presente proyecto, no se afectará de manera significativa la calidad y cantidad de agua, no erosionará el suelo de las áreas de amortiguamiento, no afectará la biodiversidad en algún estatus de riesgo, siendo un proyecto productivo a largo plazo. En cuanto a la fauna silvestre se registraron especies generalmente presentes en áreas abiertas y perturbadas por la actividad antropogénica.

#### **VII.1.5 PRONÓSTICO AMBIENTAL**

El proyecto es congruente con el escenario que se tiene considerado en los instrumentos de planeación estatal. Por lo que no se contrapone absolutamente a los planes y programas rectores de desarrollo anteriormente planteados.

No se afectarán áreas de importancia biológica como Región Terrestre Prioritaria, Área Natural Protegida, Áreas de Importancia para la protección de las Aves, Corredores Biológicos, no obstante, el proyecto está dentro de una Región Hidrológica Prioritaria y una Región Marina Prioritaria, en cuanto a la primera no se detectaron cuerpos de agua superficiales en el trazo, y por el segundo el proyecto queda fuera de toda influencia marina,

sin embargo, ambas están relacionadas con el recurso agua, por lo que se tomarán medidas (**Capítulo VI**) para evitar la afectación a este recurso, por lo tanto el proyecto es totalmente congruente y viable ambientalmente.

Actualmente, en el sistema ambiental de este proyecto existen numerosos asentamientos humanos dispersos, zonas industriales y extensas áreas con vegetación secundaria en recuperación; en el área de este proyecto prevalecen condiciones semejantes, aunque varían en proporción. Mientras que, para el predio, por las características y condiciones de desarrollo de la vegetación, se reconocen que estas comunidades se han visto severamente afectadas por diversos fenómenos y actividades en años anteriores, misma que se han venido recuperando con el paso de los años, pero que a pesar de no presentar su vegetación original la vegetación actual se encuentra desarrollada, presentándose una vegetación forestal.

El proyecto pretendido es una infraestructura necesaria para el impulso de la economía de la zona. No obstante, el proyecto plantea mitigar los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de programas y medidas preventivas y/o correctivas, como desmontes incontrolados, defecación al aire libre y el manejo adecuado de los residuos, como también llevar a cabo acciones de reforestación y conservación de especies de flora nativa asignadas por el proyecto.

Una vez concluido el proyecto se produce una modificación al paisaje del área, misma que se mitiga con los programas de rescate y reubicación usando técnicas de reforestación, no poniendo en riesgo ninguna especie en protección, ni la biodiversidad, no provocando contaminación del suelo.

---

## **VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

Se anexa un procedimiento de supervisión ambiental (**Anexo 5C**), el cual podrá ser enriquecido con las condicionantes que la autoridad disponga y las medidas enlistadas en el Capítulo VI. El programa de vigilancia abarcará todas las etapas del proyecto.

### **VII.2.1. Etapa de preparación del sitio.**

Durante la preparación del sitio, se tendrá por objeto vigilar el desmonte y despalme de la vegetación forestal. Se vigilará que dicha área sea la adecuada según el proyecto, así como la colocación de insumos, residuos y manejo del personal. Se tendrá especial cuidado al verificar puntualmente estos rubros:

- 1) Acopio de materiales de desecho.
- 2) Acopio de materiales e insumos en lugares especiales y contenidos para evitar dispersión y desperdicios.

- 3) Levantamiento topográfico para marcar los límites de poda remoción de vegetación, así como desplante.
- 4) Supervisión constante de la superficie delimitada y de los avances en obra
- 5) Supervisar los lugares para letrinas y baños portátiles.
- 6) Llevar una bitácora diaria de eventos ambientales tales como número de plantas a talar.
- 7) Se informará de cualquier organismo de importancia presente en la zona.
- 8) Se vigilará que los vehículos no tengan derrames de combustibles.
- 9) Se vigilará que los vehículos al no estar en movimiento apaguen sus motores.
- 10) Se colocarán letreros para informar sobre el cuidado de la flora y la fauna.
- 11) En caso de ser necesario se reubicará la fauna del sitio.
- 12) Empleo de materiales pétreos y de madera procedente de distribuidores autorizados.

### **VII.2.2. Etapa de operación del sitio.**

Para la etapa de operación se verificará y supervisará que los procesos extractivos cumplan con lo estipulado en las condicionantes y de ética en el manejo de los elementos para las actividades realizadas en esta fase del proyecto.

Se tendrá especial cuidado al verificar puntualmente estos rubros:

- 1) Acopio de materiales de desecho.
- 2) Acopio de materiales e insumos en lugares especiales y contenidos para evitar dispersión y desperdicios.
- 3) Supervisar los lugares para letrinas y baños portátiles.
- 4) Llevar una bitácora diaria de eventos ambientales tales como número de plantas a recuperar, podar y desmontar.
- 5) Se informará cualquier organismo presente en la zona.
- 6) Se tendrá cuidado de no maltratar los animales presentes en el área.
- 7) Se vigilará que los vehículos no tengan derrames de combustibles.
- 8) Se vigilará que los vehículos al no estar en movimiento apagar sus motores.
- 9) Se colocarán letreros para informar sobre el cuidado de la flora y fauna.
- 10) Se tendrá cuidado de verificar que los lugares de comedor de empleados improvisada para la obra sean higiénicos y manejen adecuadamente sus desechos.
- 11) Los contenedores de desecho estarán debidamente señalados para el correcto manejo de los desechos.
- 12) El almacenamiento de los materiales deberá realizarse sobre la superficie delimitada, o en las zonas operativas del parador, evitando la afectación de una superficie mayor.

### VII.2.3. Etapa de abandono

Básicamente consiste en:

- Retiro de equipos y maquinaria, limpieza del predio,
- Desarrollo del proyecto de reforestación del área afectada por el desarrollo del proyecto.
- Estará bajo la responsabilidad de los encargados de la obra.

Se tendrá especial cuidado al verificar puntualmente estos rubros:

- 1) Acopio de materiales de desecho.
- 2) Acopio de materiales e insumos en lugares especiales y contenidos para evitar dispersión y desperdicios.
- 3) Se tendrá cuidado de no maltratar los animales presentes en el área.
- 4) Se vigilará que los vehículos no tengan derrames de combustibles.
- 5) Se vigilará que los vehículos al no estar en movimiento apaguen sus motores.
- 6) Se colocarán letreros para informar sobre el cuidado de la flora y fauna.

---

## VII.3 CONCLUSIONES

El proyecto que se evalúa en el presente estudio es para la ampliación del banco para la extracción de materiales pétreos. Procedente del presente estudio de impacto ambiental se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- El proyecto se ubica en Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán dentro de la Unidad de Gestión Ambiental **1.2 N ÁREA METROPOLITANA Y 1.2 A. HUNUCMÁ – TEKIT – IZAMAL**. El proyecto cumplirá con los criterios que le apliquen.
- La vegetación registrada en el predio es del tipo Selva Mediana Caducifolia (Vegetación Forestal) en diferentes etapas de recuperación y de perturbación, así mismo, el cambio de uso de suelo es para la habilitación de un banco de extracción de materiales pétreos; que además como se ha mencionado en capítulos anteriores se contempla una superficie de **408,192.79 m<sup>2</sup>** como zona de amortiguamiento. Por otra parte, durante la realización de los muestreos se registraron especies vegetales con algún estatus de protección. De los ejemplares de fauna registrados en el área del proyecto dos de ellos se encuentran enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el primero es la iguana gris (*Ctenosaura similis*) bajo el estatus de Amenazada **(A)** y *Vireo pallens* bajo el estatus de Protección especial **(Pr)**, además de especies endémicas.
- De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI serie VII, el tipo de vegetación presente en el área de estudio está ampliamente distribuida abarcando casi por completo a Yucatán, con excepción de las áreas inundables de la costa norte del estado.

- Los efectos principales que tendrá el proyecto serán: la generación de ruido y emisiones a la atmosfera, pérdida de la cobertura vegetal, pérdida del suelo, afectación a la fauna, afectación a especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, a las endémicas y a la fauna en general.
- El proyecto durante su fase de preparación de sitio, así como en su fase extractiva (operación), será una fuente de empleo para los pobladores de las localidades aledañas y generará una derrama económica en el municipio de Umán y de otros municipios y localidades colindantes.
- Favorecerá a una mejor distribución de la actividad económica de la región, mediante la generación de empleo y la comercialización del producto.
- Se logrará una plena integración territorial aprovechando al infraestructura básica de comunicaciones y transpostes en el municipio para estimular su desarrollo.
- Se propiciará el continuo crecimiento económico de la región y la creación de oportunidades de empleo.
- Se contribuirá al desarrollo integral de la zona en función de su potencia, aprovechando al máximo los recursos existentes en un área estratégica en armonía con el medio ambiente.
- Se empleará un programa de protección de fauna silvestre para las especies que se encuentre dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Se empleará un Programa de Reforestación con Flora Silvestre.
- Se presenta un Programa de Restauración de la superficie contemplada para llevar a cabo la extracción del material, dichos programas pueden encontrarse en el Anexo 6 de este estudio.
- En el capítulo anterior se presentó una serie de medidas de mitigación, prevención y compensación, que en ligado a las recomendaciones que realicen las autoridades competentes, ayudarán a minimizar los efectos que tendrán las obras del proyecto sobre el medio ambiente.
- Por lo antes expuesto puede considerarse el desarrollo del proyecto, como ambientalmente viable, siempre y cuando se ejecuten las medidas de mitigación, prevención y compensación enlistadas en el capítulo VI, así como las condicionantes que establezca la autoridad competente.

Con base a lo antes expuesto, el proyecto se considera favorable y factible para desarrollarse desde el punto de vista ambiental, aunque como se ha mencionado este estudio es para la solicitud de cambio de uso de suelo de una superficie total de **612,289.19 m<sup>2</sup>** (60%), superficie que equivale al 60% en relación a la superficie total del predio, manteniendo el 40% restante (**408,192.79m<sup>2</sup>**) como zona de amortiguamiento). Es importante asegurarse de la correcta ejecución de cada una de las disposiciones emitidas en las medidas de prevención, mitigación y compensación por parte del promovente. Al igual de darle un concreto seguimiento al programa de vigilancia ambiental esto con el propósito de minimizar los impactos ambientales que se generen

# CAPÍTULO VIII

---

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

# CONTENIDO

|   |   |
|---|---|
| VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES..... | 1 |
| VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....  | 1 |
| VIII.1.1 PLANOS DEL PROYECTO.....   | 1 |
| VIII.1.2 DOCUMENTOS LEGALES.....  | 1 |
| VIII.1.3 FOTOGRAFÍAS.....   | 2 |
| VIII.1.4 DOCUMENTOS TÉCNICOS.....   | 2 |
| VIII.2 OTROS ANEXOS.....  | 2 |
| VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS.....  | 3 |
| VIII.1 BIBLIOGRAFÍA.....  | 9 |

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

### VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

De acuerdo a lo solicitado por la SEMARNAT, se entregará dos ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. Asimismo, todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complementa el estudio mismo que será presentado en formato Word, 3 copias en formato digital considerando los formatos para consulta pública.

Se integrará un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental que no excederá de 20 cuartillas, asimismo será grabado en memoria magnética en formato Word.

#### VIII.1.1 PLANOS DEL PROYECTO

##### ANEXO 1

- PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO
- PLANO ARQUITECTÓNICO
- PLANO DE CUSTF (CUS 01)
- PLANO DE RESCATE (RES 01)
- PLANO DE REUBICACIÓN (REU 01)

#### VIII.1.2 DOCUMENTOS LEGALES

##### ANEXO 2.

- IDENTIFICACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL

##### ANEXO 3.

- ACTA CONSTITUTIVA
- PODER DEL REPRESENTANTE LEGAL
- FACTIBILIDAD URBANO AMBIENTAL
- LICENCIA DE USO DE SUELO
- ANÁLISIS DE RIESGO
- RESOLUCIÓN DE MIA – G EXP. 184/2015

### **VIII.1.3 FOTOGRAFÍAS**

#### **ANEXO 7.**

- MEMORIA FOTOGRÁFICA

### **VIII.1.4 DOCUMENTOS TÉCNICOS**

#### **ANEXO 5**

- PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
- PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS
- PROCEDIMIENTO DE DESMONTE DIRECCIONADO
- PROCEDIMIENTO DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL

#### **ANEXO 6**

- PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE LA VEGETACIÓN FORESTAL A AFECTAR POR EL MOTIVO DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES.
- PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DE FAUNA SILVESTRE.

---

## **VIII.2 OTROS ANEXOS**

#### **ANEXO 4**

- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESPONSABLES DEL ESTUDIO Y COLABORADORES

#### **ANEXO 8**

- COORDENADAS DEL PROYECTO, SISTEMA AMBIENTAL Y CUSTF (VERSIÓN DIGITAL)

#### **ANEXO 9**

- RESUMEN EJECUTIVO

### VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Acuífero.** Es cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas, que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

**Área agropecuaria:** Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.

**Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios:** Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.

**Área de maniobras:** Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

**Área rural:** Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

**Área urbana:** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

**Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.

**Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sesiónales del ecosistema.

**Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

**Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

**Impacto acumulativo:** Aquél efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incremento progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Impacto ambiental acumulativo:** 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.

**Impacto ambiental crítico:** Efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras o protectoras. Se trata de un impacto irre recuperable.

**Impacto ambiental moderado:** Efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el entorno al estado inicial del medio ambiente no requiere de un largo espacio de tiempo.

**Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Impacto ambiental severo:** Efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa de un periodo de tiempo dilatado. Sólo los impactos recuperables posibilitan la introducción de medidas correctoras.

**Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**Impacto ambiental sinérgico:** 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.

**Impacto continuo:** Aquél cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.

**Impacto de ubicación crítica:** Aquél en que la situación en que se produce el impacto sea crítica. Normalmente se da en Impactos Puntuales. Así, el vertido en un cauce, próximo y aguas arriba de una toma de agua para consumo humano, presenta una ubicación crítica.

**Impacto directo:** Es aquél cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

**Impacto extremo:** Aquél cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.

**Impacto fugaz:** Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto.

**Impacto indirecto o secundario:** Aquél cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.

**Impacto inmediato:** Aquél en que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación de impacto es nulo. A efectos prácticos de valoración, el impacto inmediato se asimila al impacto a corto plazo.

**Impacto irrecuperable:** Aquél en el que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana.

**Impacto irreversible:** Aquél cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retomar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.

**Impacto latente (corto, medio y largo plazo):** Es aquél cuyo efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca (tanto a medio como a largo plazo), como consecuencia de una aportación progresiva de sustancias o agentes, inicialmente inmersos en un umbral permitido y debido a su acumulación y/o a su sinergia, implica que el límite sea sobrepasado, pudiendo ocasionar graves problemas debido a su alto índice de imprevisión.

**Impacto negativo:** Aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

**Impacto notable o muy alto:** Aquél cuyo efecto se manifiesta como una modificación del Medio Ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales del funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto. En caso de que la destrucción sea completa, el impacto se denomina TOTAL.

**Impacto mínimo ó bajo:** Aquél cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

**Impacto mitigable:** Efecto en el que la alteración puede paliarse o mitigarse de una manera sostenible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.

**Impacto medio y alto:** Aquéllos cuyo efecto se manifiesta como una alteración del medio ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles anteriores.

**Impacto parcial:** Aquél cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.

**Impacto periódico:** Aquél cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continuo en el tiempo.

**Impacto permanente:** Aquél cuyo efecto supone una alteración, indefinida en el tiempo, de los factores, relaciones ecológicas o ambientales presentes en un lugar. Es decir, aquel impacto que permanece en el tiempo.

**Impacto puntual:** Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado nos encontramos ante un Impacto Puntual.

**Impacto recuperable:** Efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras, y asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.

**Impacto reversible:** Aquél en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Impacto sinérgico:** Aquél que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce con el tiempo la aparición de otros nuevos.

**Impacto simple:** Aquél cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia.

**Impacto temporal:** Aquél cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse.

**Impacto total:** Aquél cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.

**Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

**Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto,

ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

**Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

**Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

**Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.

## VIII.1 BIBLIOGRAFÍA

- Aranda, M.** 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 212 p.
- Arellano, A., S. Flores, J. Tun y M. Cruz.** 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense Fascículo 20. Universidad Autónoma de Yucatán-CONACYT. México.
- Arriaga Cabrera, L. V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durán, R. Jiménez Rosemberg, E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez** (coords). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias: fichas técnicas y mapa (escala 1:4, 000, 000). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 142 pp.
- Bautista, F., D. Palma, W. Huchin.** Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán, p. 105- 122. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 2005. 282 p
- Bibby, C., N. Burgess y D. Hill.** 1993. Bird Census Techniques. Academic Press Limited. San Diego, CA. 257 p.
- Butterlin, J. y Bonet, F.** 1960. "Las Formaciones Cenozoicas de la Parte Mexicana de la Península de Yucatán". Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Butterlin, J y Bonet, F.** 1963. "Mapas geológicos de la Península de Yucatán: las formaciones Cenozoicas de la parte mexicana de la Península de Yucatán". Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. México, Distrito Federal.
- Byron, H.** 2000. Biodiversity and Environmental Impact Assessment: A good practice guide for road schemes. The RSPB, WWF-UK, English Nature and the Wildlife Trusts, Sandy. 119 p.
- CMAP,** 1999. Clasificación Mexicana de Actividades Productivas.
- Comisión Federal de Electricidad,** 2002 "Estudio geohidrológico de la zona metropolitana del estado de Yucatán", Subdirección de Geohidrología.
- Comisión Nacional del Agua.** 1989. "Los Recursos Físicos de la Península de Yucatán". Gerencia Regional del Sureste. Subgerencia de Estudios. Subdirección de Agrología.
- Comisión Nacional del Agua.** 1997. "Diagnóstico de la Región XII, Península de Yucatán". Subdirección General de Programación. Gerencia de Planeación Hidráulica. Gerencia Regional de la Península de Yucatán. Subgerencia Regional de Programación.
- Corn, P. y R. Bury.** 1990. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. USDA Forest Service. 34 p.

**Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán.** 2010. Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. 8 de septiembre de 2010. Yucatán, México.

**Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán.** 2011. Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. 26 de mayo de 2011. Yucatán, México.

**Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán.** 2002. Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2001 – 2007. Mérida, Yucatán. 29 de enero del 2002.

**Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán.** “Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán”. Mérida, Yucatán. 7 de diciembre del 2010

**Diario Oficial de la Federación.** 1982. “Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido”. México, Distrito Federal. 06 de diciembre de 1982.

**Diario Oficial de la Federación.** 2012. “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. México, Distrito Federal. 24 de abril de 2012.

**Diario Oficial de la Federación.** 2012 “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental”. México, Distrito Federal. 26 de abril de 2012.

**Diario Oficial de la Federación.** “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos” México, Distrito Federal. 16 de junio de 2007.

**Diario Oficial de la Federación.** “Reglamento de la Ley de General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos” México, Distrito Federal. Noviembre de 2006.

**Diario Oficial de la Federación.** 1988 c. “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera”. México, Distrito Federal. 25 de noviembre de 1988.

**Diario Oficial de la Federación.** 2011. “Ley de Aguas Nacionales”. México, Distrito Federal. 20 de junio de 2011.

**Diario Oficial de la Federación.** 2011. “Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales”. México, Distrito Federal. 24 de junio de 2011.

**Diario Oficial de la Federación.** 1993. “Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente”. México, Distrito Federal. 2006.

**Diario Oficial de la Federación.** 1994. “Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición”. México, Distrito Federal. 15 de diciembre de 1994.

**Diario Oficial de la Federación.** 1996. "Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales". México, Distrito Federal. 11 de diciembre de 1996.

**Diario Oficial de la Federación.** 1997. "Reglamento Federal de Seguridad. Higiene y Medio Ambiente de Trabajo". México, Distrito Federal. 21 de enero de 1997.

**Diario Oficial de la Federación.** 2007 b. "Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible". México, Distrito Federal. 13 de septiembre de 2007.

**Diario Oficial de la Federación.** 2007. "Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible". México, Distrito Federal. 6 de marzo de 2007.

**Diario Oficial de la Federación.** 2011. "Ley General de Vida Silvestre". México, Distrito Federal. 16 de noviembre de 2011.

**Diario Oficial de la Federación.** 2000. "Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre". México, Distrito Federal. 30 de noviembre de 2006.

**Diario Oficial de la Federación.** 2010. "Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de Flora y Fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo". Segunda Sección. México, Distrito Federal. 30 de diciembre de 2010.

**Dowler, R. y M. Engstrom.** 1988. Distributional records of mammals from the southwestern Yucatan Peninsula of Mexico. *Annals of Carnegie Museum* 57: 159-166.

**Duch, J** 1991. La conformación territorial de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 427 p.

**Durán, R., G. Campos, J.C. Trejo, P. Simá, F. May y M. Juan.** 2000. "Listado Florístico de la Península de Yucatán". Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 259 p.

**Durán, R.; A. Dorantes; P. Simá y M. Méndez.** 2000. Manual de propagación de plantas nativas de la península de Yucatán. Volumen II. Centro de Investigación Científica de Yucatán. 105 p.

**Durán R. y M. Méndez (Eds).** 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

- Escolero, O. A., Marín, L. E., Steinich, B., Pacheco, J.** Delimitation of a hydrogeological reserver for a city within a karstic aquifer: the Mérida, Yucatán example. Landscape and urban planning. ELSEVIER. 1999
- Flores, J.S. e I. Espejel.** 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. México. 135 pp.
- García, E.** 1973. "Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen". Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.
- García, E.** 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie Libros, Núm. 6. Instituto de Geografía. UNAM. México. 90 pp
- Glasson J., R. Therivel y A. Chadwick.** 1999. Introduction to Environmental Impact Assessment. 2nd Edition. Spon Press. USA. 496 p.
- Google Earth Plus 2012.** Software de imágenes satelitales.
- Hall, E. y K. Kelson.** 1959. The Mammals of North America. The Ronald Press Company. New York.
- Heyer, W.R. y K.A. Berven,** 1973. Species diversities of herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites. Ecology 54(3):642-645
- Heyer, W., M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek y M. Foster.** 1994. Medición y monitoreo de la Diversidad Biológica, Metodos estandarizados para anfibios. Smithsonian Institution Press. 364 p.
- Howell, S. Y S. Webb.** 1995. A guide to the birds of Mexico and Nortern Central America. Oxford University Press. USA. 851 pp.
- Instituto Nacional de Ecología.** Condiciones generales del ambiente en la frontera norte de México. En línea: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/109/cap2.html>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafológica. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2000. Anuario estadístico Yucatán: Edición 2000. México. 506 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán, México. 77 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2003. Datos Estadísticos Yucatán. Consulta por Internet: [yuc.inegi.gob.mx](http://yuc.inegi.gob.mx).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2009. Anuario estadístico de Yucatán.

- Lee, J.C.** 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the maya world. Cornell University. U.S.A. 402 p.
- Lesser-Illades, J.M.** 1989. Estudio Hidrogeológico e Hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. SRH. Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas.
- Lesser-Illades, J.M. and Weidie, A.E.** 1988. Region 25 Yucatan Peninsula; Chapter 28. The Geology of North America. Vol. O-2. Hydrogeology. The Geological Society of America.
- Lips, K, J. Rehacer, B. Young y R. Ibáñez.** 2001. Monitoreo de anfibios en América Latina: Manual de Protocolos. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Herpetological Circular No.30. 122 p.
- Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda.** 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 283-322
- MacKinnon, B.** 2002. Check-list of the birds of the Yucatan Península. Amigos de Sian Ka'an, A.C. y Secretaría de turismo de Yucatán. 36 p.
- Milne, L. y Milne, M.** 1980. Field Guide to North American Insects and Spiders. The Audubon Society. Published by Alfred Knopf. New York. 989 p.
- Miranda, F.** 1958. Estudio acerca de la vegetación de la Península de Yucatán. En: Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Ed. Beltrán. E. Publ. Inst. Mex. Nat. Renov., (II): 215-271
- Miranda, F. y Hernández, E.,** 1963. Los tipos de Vegetación de México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. (28): 29-179.
- Moreno, C.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. España. 84 pp.
- Mound, L.** 1995. Insectos. Miniguía. Audrey y CONACULTA. México. 160 p. Perry, E., J. Swift, J. Gamboa, A. Reeve, R. Sanborn, L. Marín y M. Villasuso. 1989. Geologic and environment aspects of surface cementation, north coast, Yucatan, Mexico. Geology. 17: 818-821.
- Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez.** 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (<http://www.conabio.gob.mx.México>).
- Petts, J.** 1999. Handbook of Environmental Impact Assessment. Ed. Advisers. England. 484 p.
- Pozo de la Tijera, C. y J. Escobedo.** 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Revista de Biología Tropical 47:251-262.

**Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. A. Cervantes.** 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. Occasional Papers The Museum Texas Tech University, 158:1-62.

**Rzedowsky, J.** 1978. Vegetación de México. Limusa, México.

**SARH.** 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994, México. SEMARNAT

**SCIEN,** 2000. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, modificado para México.

**Sistema de Integración Centroamericana.** 1999. Lista de fauna de importancia para la conservación en C.A. y Méx.: listas rojas, listas oficiales y especies en apéndices CITES. UICN-WWF. Costa Rica. 230 pp.

**Sosa V. J. S. Flores, V. Rico-Gray, R. Lira y J. J. Ortiz.** 1985. Etnoflora Yucatanense; Lista Florística y Sinonimia Maya. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz; México. 225 p.

**Treweek, J.** 1999. Ecological Impact Assessment. Blackwell Science Ltd. UK. 351 p.

**UNESCO/FAO.** 1972, en CARBALLAS, T. et al. 1981. Clave para la clasificación de los suelos (UNESCO-FAO). Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Madrid.

**Universidad Autónoma de Yucatán.** 1999. Atlas de procesos territoriales de Yucatán. México. 388 pp.

**Villasuso, P.M. y Méndez, R.R.** 2000. "Modelo Conceptual del Acuífero de la Península de Yucatán". En "Población, Desarrollo y Medio Ambiente en la Península de Yucatán: De los Mayas al 2030". Publicación en inglés de IIASA. Reporte RR-00-14. pp. 120-139.

**[www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/publicaciones/PlanRegionalHidraulico/RegionXII/regionXII4a.pdf](http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/publicaciones/PlanRegionalHidraulico/RegionXII/regionXII4a.pdf)**: El agua, un recurso estratégico y de seguridad nacional. Fuente: GRPY. Subgerencia Técnica. CNA.