



# CAPITULO I

*DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.*



Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



**GCA CONSULTORES**  
proveedora de soluciones



## CONTENIDO

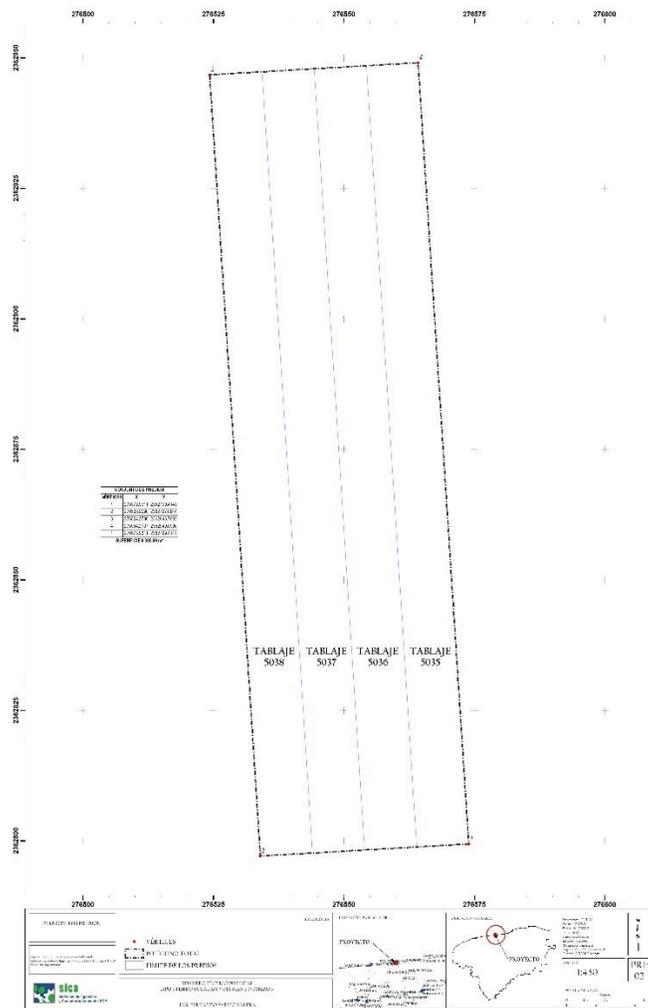
<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.</b>	<b>1</b>
<b>I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
I.1.1 Nombre del Proyecto	1
I.1.2 Ubicación del Proyecto	1
I.1.3 Duración del Proyecto	4
<b>I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE</b>	<b>4</b>
I.2.1 Nombre o razón social	4
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes	4
I.2.3 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones	4
<b>I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO</b>	<b>4</b>
I.3.1 Nombre del Responsable Técnico del Documento Técnico Unificado en Materia de Impacto Ambiental	4
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	4
I.3.3 Dirección del Responsable Técnico del Documento	4
I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo	5



El polígono del proyecto bajo estudio tiene una superficie total de 6,086.99 m<sup>2</sup> (0.608699 ha), el cual está conformado por un polígono. A continuación se presentas las coordenadas UTM (zona 16 Q) delimitantes de dicho polígono.

**Tabla 1.1.** Coordenadas principales del polígono general en donde se encuentra inmerso el proyecto dentro del predio bajo estudio.

CONJUNTO DE PREDIOS		
VÉRTICES	X	Y
1	276573.9311	2362799.4143
2	276533.9990	2362797.0844
3	276524.2786	2362946.7692
4	276564.2107	2362949.0990
1	276573.9311	2362799.4143
SUPERFICIE		6,086.99 m <sup>2</sup>

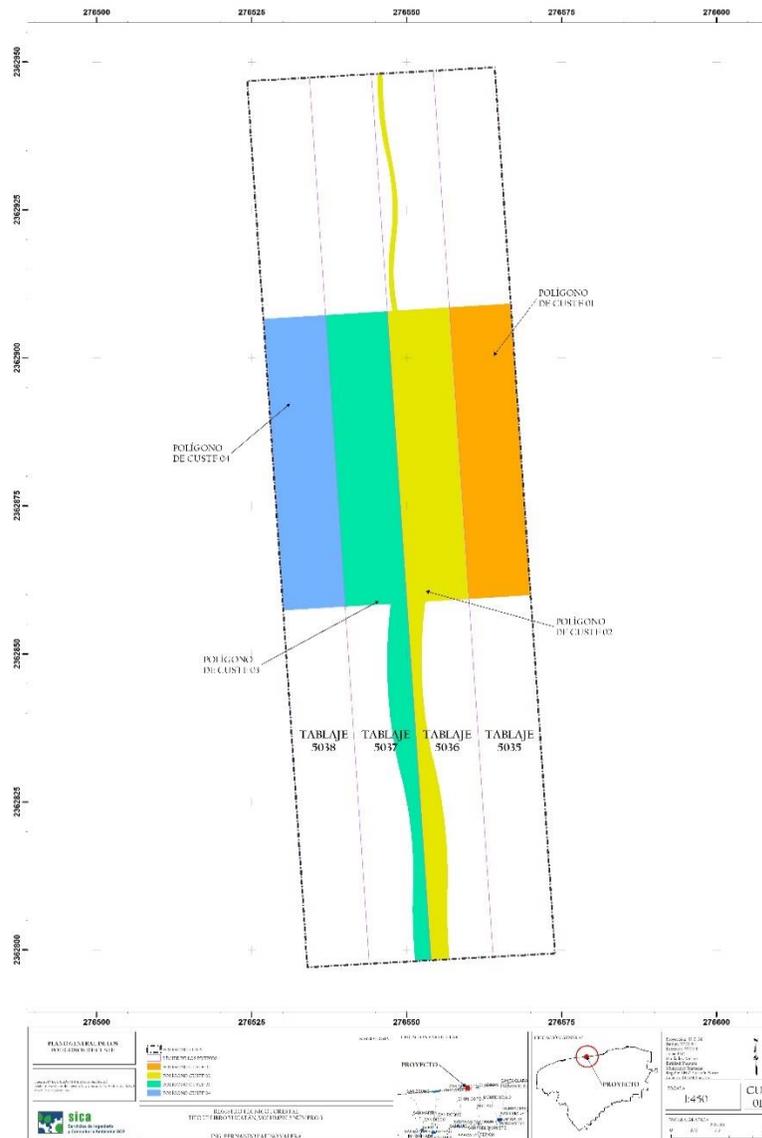


**Figura 1.2.** Polígono general en donde se encuentran inmersos el conjunto de predios bajo estudio.

Como se mencionó anteriormente la poligonal anterior está compuesta por el siguiente conjunto de predios rústicos: marcados con los números 5035, 5036, 5037 y 5038 de la Localidad de San Crisanto, cuyas superficies y representatividad se presentan a continuación:

**Tabla 1.2.** Superficie de los polígonos en donde se realizara el Cambio de Uso de Suelo para el proyecto de la casa de playa.

PREDIO	POLIGONO CUSTF	m <sup>2</sup>	Ha	%
TABLAJE 5035	1	491.23	0.049123	21%
TABLAJE 5036	2	688.31	0.068831	29%
TABLAJE 5037	3	667.67	0.066767	28%
TABLAJE 5038	4	495.66	0.049566	21%
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>		<b>2,342.87</b>	<b>0.234287</b>	<b>100%</b>



**Figura 2.3.** Conjunto de predios en donde se solicita el Cambio de Uso del Suelo (Ver Anexo 2 de este estudio técnico).

### I.1.3 Duración del Proyecto

La obra en general del proyecto está contemplado a realizarse en una sola etapa de trabajo y con una duración de 24 meses a partir de la autorización del proyecto hasta concluirse totalmente). Sin embargo, el plazo solicitado para la ejecución del **Cambio de Uso de Suelo** (desmante y despalme) es de 12 meses (Ver **Capítulo II** de este estudio técnico).

## I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### I.2.1 Nombre o razón social

Regal Properties México Sociedad de Responsabilidad Limitada de Capital Variable

### I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

RPM091121MK1

### I.2.3 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

## I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

### I.3.1 Nombre del Responsable Técnico del Documento Técnico Unificado en Materia de Impacto Ambiental

ING. FERNANDO PATIÑO VALERA (Ver copia de su Registro Nacional Forestal en el **Anexo 4** de este estudio).

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

ING. FERNANDO PATIÑO VALERA: PAVF 431122-GJ7

### I.3.3 Dirección del Responsable Técnico del Documento

Calle 22 No. 89 F por 15 y 17. Colonia: Col. Chuburná de Hidalgo. C.P. 97205. Mérida, Yucatán.  
Teléfonos: Tel. (999) 925 32 90 / (999) 953 54 04; Cel. 999 198 17 98 / 999 176 06 45. Correo electrónico: jcanto@sicascp.com.mx / darias@sicascp.cpm.mx.

### **I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo**

Los datos de las personas quienes formularon, realizaron y son responsables del Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales fueron:

**ING. FERNANDO PATIÑO VALERA** con registro inscrito en el Libro Yucatán Tipo UI Personas Físicas Prestadoras de Servicios Técnicos Forestales Volumen 2 Número 5.

- Se presenta su Registro Forestal Nacional en el **Anexo 4** de este estudio.
- También se presenta su identificación oficial (IFE).

La empresa **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL S.C.P.**, quien 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.

- Se presenta su Registro Forestal Nacional en el **Anexo 4** de este estudio.
- También se presenta la identificación de IFE del representante legal de la empresa SICA SCP.

Los trabajos de campo, así como el apoyo en la elaboración del Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales estuvieron a cargo del personal capacitado de la empresa **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTARÍA AMBIENTAL, S.C.P.** con:

**BIOL. JULIO CÉSAR CANTO MARTIN** (cédula profesional, ver **Anexo 4**).  
**BIOL. JOSÉ DAVID REYES UH RAMOS** (cédula profesional, ver **Anexo 4**).  
**BIOL. JOSÉ ARMANDO COLLÍ MUKUL**, (cédula profesional, ver **Anexo 4**).  
**BIOL. REYNA ISABEL SANTANA MEZQUITA**, (cédula profesional, ver **Anexo 4**).  
**ING. ALEJANDRO DE JESUS ACOSTA EK**, (cédula profesional, en proceso).

También en este estudio se contó con el apoyo en campo y la elaboración del estudio en materia de impacto ambiental y fotogrametría a cargo del personal de la empresa **GCA CONSULTORES** con:

**BIOL. PATRICIO EFRAÍN SANTANA TELLO** (cédula profesional, ver **Anexo 4**).  
**BIOL. VÍCTOR ALBERTO GONZÁLEZ ACEVEDO** (cédula profesional, ver **Anexo 4**).  
**LIC. ARMANDO JESÚS PUC CHI** (cédula profesional, ver **Anexo 4**).  
**LIC. JORGE ALFREDO ORTÍZ PALMA** (cédula profesional, ver **Anexo 4**).



---

# CAPITULO II

---

## *DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.*



Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



**GCA CONSULTORES**  
proveedora de soluciones



## CONTENIDO

<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
<b>II.1 INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>II.1.1 Naturaleza del Proyecto.....</b>	<b>1</b>
<b>II.1.2 Objetivo del Proyecto .....</b>	<b>4</b>
<b>II.1.3 Ubicación Física del Proyecto.....</b>	<b>5</b>
<b>II.1.4 Urbanización del Área del Proyecto .....</b>	<b>18</b>
<b>II.1.5 Inversión Requerida.....</b>	<b>19</b>
<b>II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....</b>	<b>19</b>
<b>II.2.1 Dimensiones del proyecto.....</b>	<b>19</b>
<b>II.2.2 Representación Gráfica Regional .....</b>	<b>21</b>
<b>II.2.3 Representación Gráfica Local.....</b>	<b>22</b>
<b>II.2.4 Preparación del Sitio.....</b>	<b>24</b>
<b>II.2.5 Descripción de Obras y Actividades Provisionales del Proyecto .....</b>	<b>¡Error!</b>
Marcador no definido.	
<b>II.2.6 Descripción de Obras Asociadas al Proyecto.....</b>	<b>26</b>
<b>II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.....</b>	<b>26</b>
<b>II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.....</b>	<b>35</b>
<b>II.2.9 Operación y Mantenimiento .....</b>	<b>43</b>
<b>II.2.10 Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones.....</b>	<b>43</b>
<b>II.2.11 Programa de Trabajo .....</b>	<b>44</b>
<b>II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera.....</b>	<b>45</b>
<b>II.2.13 Residuos.....</b>	<b>48</b>

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL

#### II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El proyecto **Construcción y Operación del Proyecto “Residence San Crisanto** comprenderá la preparación del sitio, construcción y operación de un conjunto de departamentos donde la principal actividad será el turismo de segunda residencia. Éste estará ubicado en la localidad de San Crisanto municipio de Sinanché. El mencionado requerirá el **Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)** para su edificación y posterior operación. Contará con dos torres de departamentos de cuatro niveles cada una, estacionamiento, área verde, palapa, elevador, piscina, caminos y áreas de conservación. El mencionado requiere únicamente el desmonte de una huella equivalente a una superficie de 2,342.87 m<sup>2</sup> (0.234287 ha), cuya representatividad es del 38.49 % respecto a la totalidad del polígono del proyecto compuesto por 4 tablajes catastrales (5035, 5036, 5037, 5038) cuya superficie total es de 6,086.99 m<sup>2</sup> (0.608699 ha). A continuación, en la figura 2.1 se podrán observar los polígonos que compondrán las obras que se pretenden construir, así como operar:

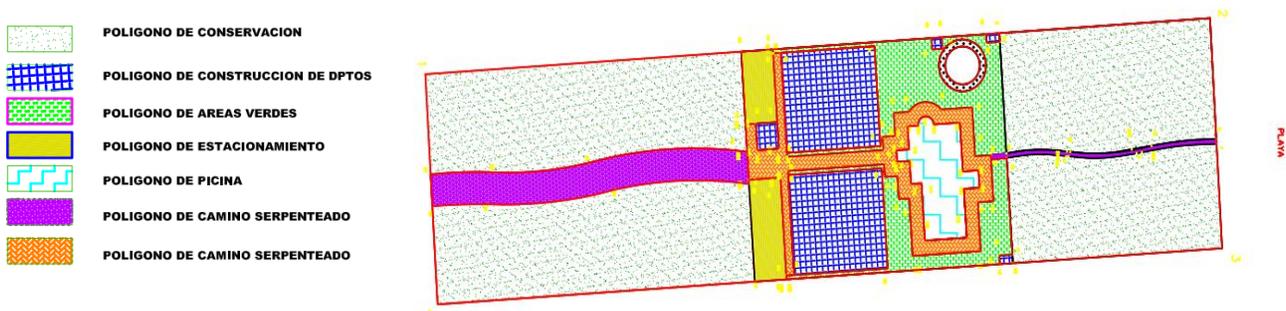
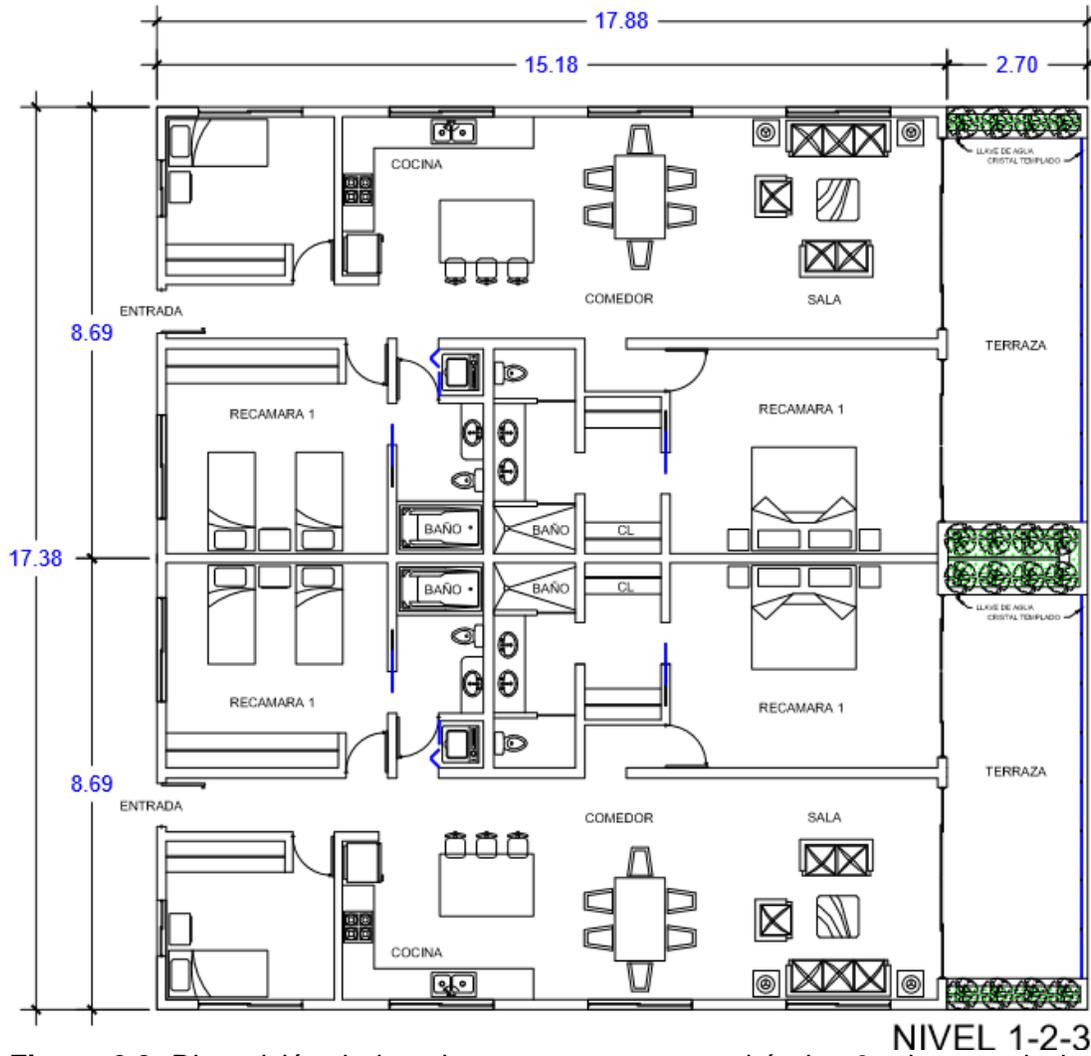
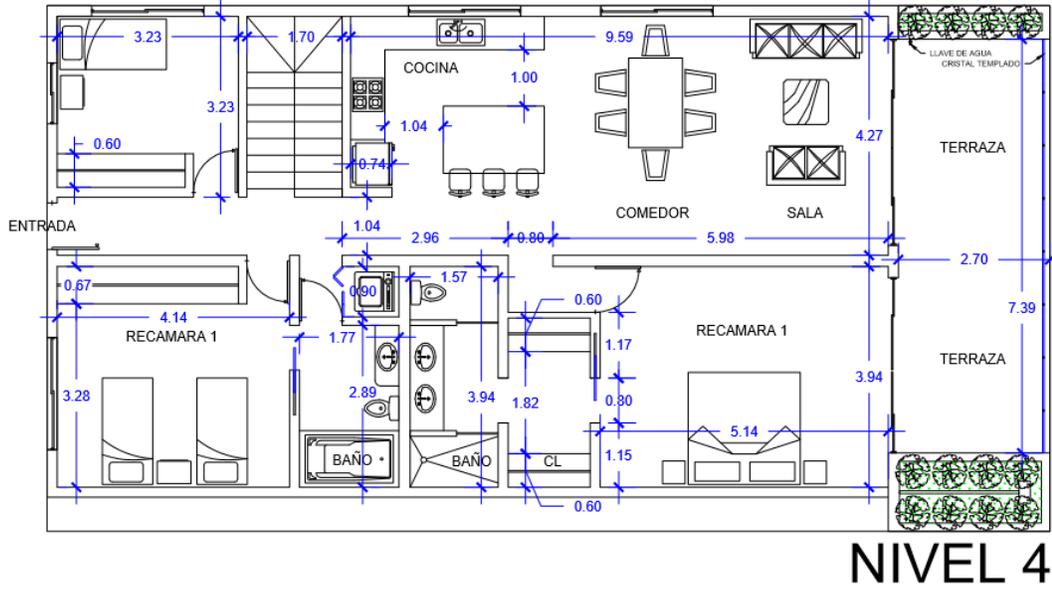


Figura 2.1. Plano del conjunto del proyecto

El diseño arquitectónico consistirá en dos bloques de cuatro niveles de departamentos, donde el último nivel de cada uno de estos conectará con un quinto nivel que consiste en un “Roof Garden” (terracea loft). Así mismo, los primeros tres niveles de cada bloque tendrán dos departamentos, los cuales contarán con un área dispuesta con cocina-comedor-sala, dos recámaras con baño cada una y un área de terraza, tal como puede verse en la **Figura 2.2**. Respecto al cuarto nivel de cada bloque (**Figura 2.3**), estos contarán con dos departamentos cada uno constituidos por tres recámaras, de las cuales una tendrá baño propio y dos compartirán baño, además de contar con área de cocina-comedor-sala, terraza y un cubo de escalera que conduce a una sección de Roof Garden, compuesto de una palapa con piscina para cada departamento(**Figura 2.4**). Todos los niveles de los dos bloques estarán comunicados por un cubo de escaleras con elevador.



**Figura 2.2.** Disposición de los elementos que compondrán los 3 primeros niveles de cada torre de departamentos del proyecto.



## NIVEL 4

Figura 2.3. Disposición de los elementos presentes en los departamentos ubicados en los pisos número 4 de cada torre de departamentos.

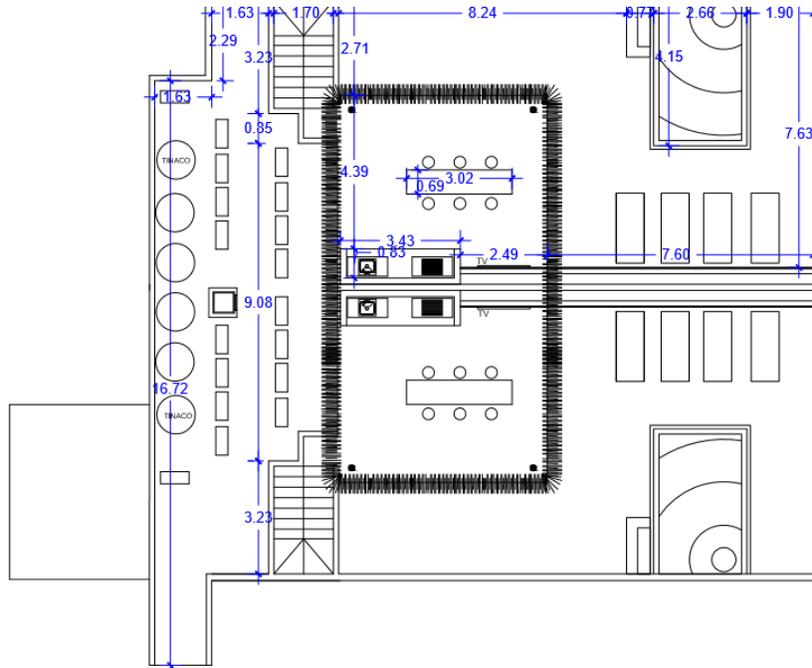


Figura 2.5. Disposición de los elementos que compondrán las áreas de Roof Garden de cada quinto nivel de cada torre de departamentos.

Es de mencionar que el desarrollo inmobiliario estará ubicado fuera de la línea de costa de 20 m ZOFEMAT.

La ubicación del predio para el proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP), el sitio del proyecto se ubica dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) Dzilm - Ria Lartos - Yumm Balam, dentro del área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ICHKA´ANSIJO, dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) Sisal - Dzilam región que abarca el estado de Yucatán y se ubica en las coordenadas geográficas Latitud 21°40'48" a 20°28'12" N y Longitud 90°21' a 88°26'24" W y con una extensión de 10, 646 km<sup>2</sup>, dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 102. Anillo de cenotes; Esta región abarca al estado de Yucatán y se ubica en las coordenadas geográficas Latitud 21°37'48" - 19°48'36" N y Longitud 90°29'24" - 87°15'36" W con una extensión de 16,214.82 km<sup>2</sup>., sin embargo, de acuerdo al área donde se desarrollara el proyecto este es mínima en comparación al área total del predio y por consiguiente se prevé que los impactos sean mínimos, por lo que el desarrollo del proyecto es congruente con el ambiente.

El área del proyecto actualmente posee un uso como de predio rústico con cubierta de vegetación secundaria derivada duna costera con vocación forestal. Sin embargo, el proyecto contempla la permanencia de un área de conservación con una superficie de 3,744.12 m<sup>2</sup> (0.374412 ha) en donde se seguirán prestando servicios de suma importancia como la conservación del suelo, la filtración del acuífero, conservación de hábitat para la fauna silvestre, germoplasma y en general de la biodiversidad de la región.

### **II.1.2 Objetivo del Proyecto**

El presente Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, modalidad “B” se ha realizado para cumplir con las disposiciones en materia forestal y de impacto ambiental, para la solicitud de autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y de impacto ambiental de una superficie de 0.234287 ha.

Los principales objetivos son:

- Cumplir con los requisitos legales que establecen la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentables y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente, para obtención de la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal y en materia ambiental, derivado por la construcción del proyecto **Construcción y Operación del Proyecto “Residence San Crisanto”**, ubicado en la localidad de San Crisanto, municipio de Sinanché, estado de Yucatán.
- Realizar el Cambio de Uso de Suelo forestal (remover la vegetación con vocación forestal) de los predios rústicos 5035, 5036, 5037 y 5038 pertenecientes a la localidad de San Crisanto, municipio de Sinanché, Yucatán.
- Identificar y evaluar los Impactos Ambientales que deriven del Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales y por el establecimiento de las obras y actividades constructivas del proyecto.
- Impulsar el desarrollo turístico de la región y por consiguiente elevar el nivel de vida de sus habitantes. Creando nuevas fuentes de trabajo.

### II.1.3 Ubicación Física del Proyecto

El proyecto **Construcción y Operación del Proyecto “Residence San Crisanto”**, estará ubicado al Norte del Estado de Yucatán, perteneciente al Municipio de Sinanché, específicamente en la localidad de San Crisanto en los predios rústicos marcados con los números 5035, 5036, 5037 y 5038.

El polígono general en donde se encuentra inmerso el conjunto predios bajo estudio tiene una superficie total de 6,086.99 m<sup>2</sup> (0.608699 ha), cuyas coordenadas UTM (zona 16 Q) delimitante son las que a continuación se presenta:

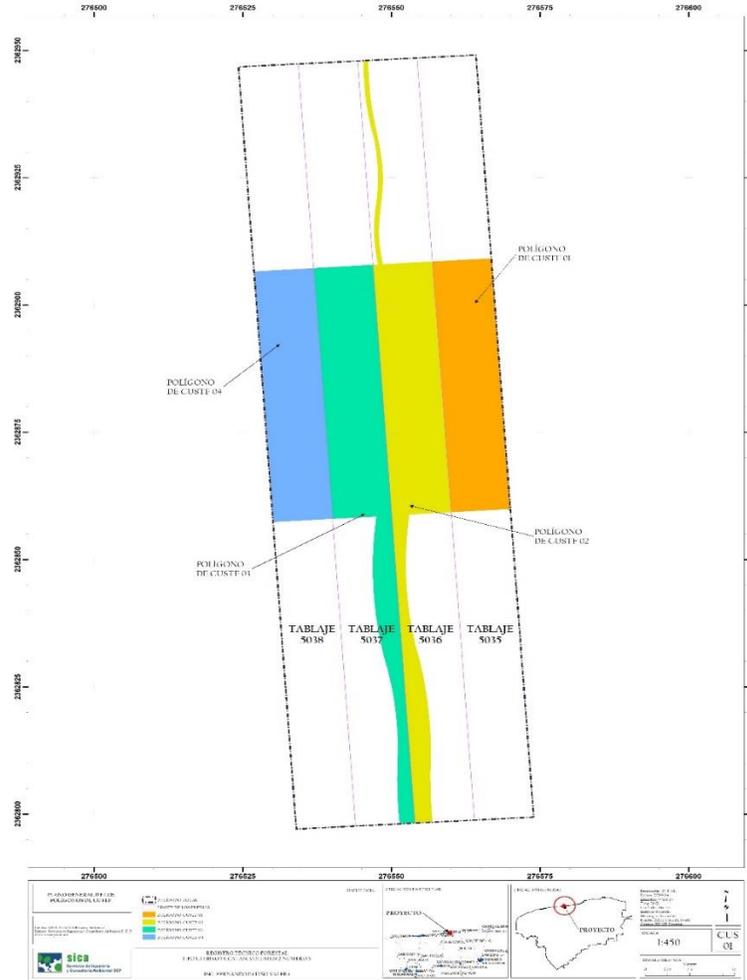
**Tabla 2.1.** Coordenadas principales del polígono general en donde se encuentra inmerso el conjunto de predios bajo estudio.

CONJUNTO DE PREDIOS		
VÉRTICES	X	Y
1	276573.9311	2362799.4143
2	276533.9990	2362797.0844
3	276524.2786	2362946.7692
4	276564.2107	2362949.0990
1	276573.9311	2362799.4143
<b>SUPERFICIE 6,086.99 m<sup>2</sup></b>		

La poligonal anterior está compuesta por el siguiente conjunto de predios rústicos: 5035, 5036, 5037, 5038 cuyas superficies y representatividad se presentan a continuación:

**Tabla 2.2.** Conjunto de predios en donde se realizará el Cambio de Uso de Suelo para el proyecto.

PREDIO	POLÍGONO CUSTF	m <sup>2</sup>	%
TABLAJE 5035	1	491.23	21%
TABLAJE 5036	2	688.31	29%
TABLAJE 5037	3	667.67	28%
TABLAJE 5038	4	495.66	21%
SUPERFICIE TOTAL		<b>2,342.87</b>	<b>100%</b>



**Figura 2.6.** Conjunto de predios en donde se solicita el Cambio de Uso del Suelo (Ver Anexo 2 y 3 de este estudio técnico).

Como ya se mencionó a pesar de que el predio cuenta con 6,086.99 m<sup>2</sup> (0.608699 ha), el proyecto para el trazo del presente proyecto, ocupara únicamente una superficie de 2, 342.87m<sup>2</sup> (0.234287 ha), por lo que con base en imágenes de satélite recientes, verificaciones en campo a través de recorridos e inventario forestal, se procedió a delimitar y cuantificar la superficie de las áreas consideradas como forestales, mismas que se proyectaron a manera de polígonos forestales utilizando el Programa Esri ArcMap Versión 10.0 (Esri Inc, 1999-2010), ver los Planos de CUS en el **Anexo 2** de este estudio técnico.

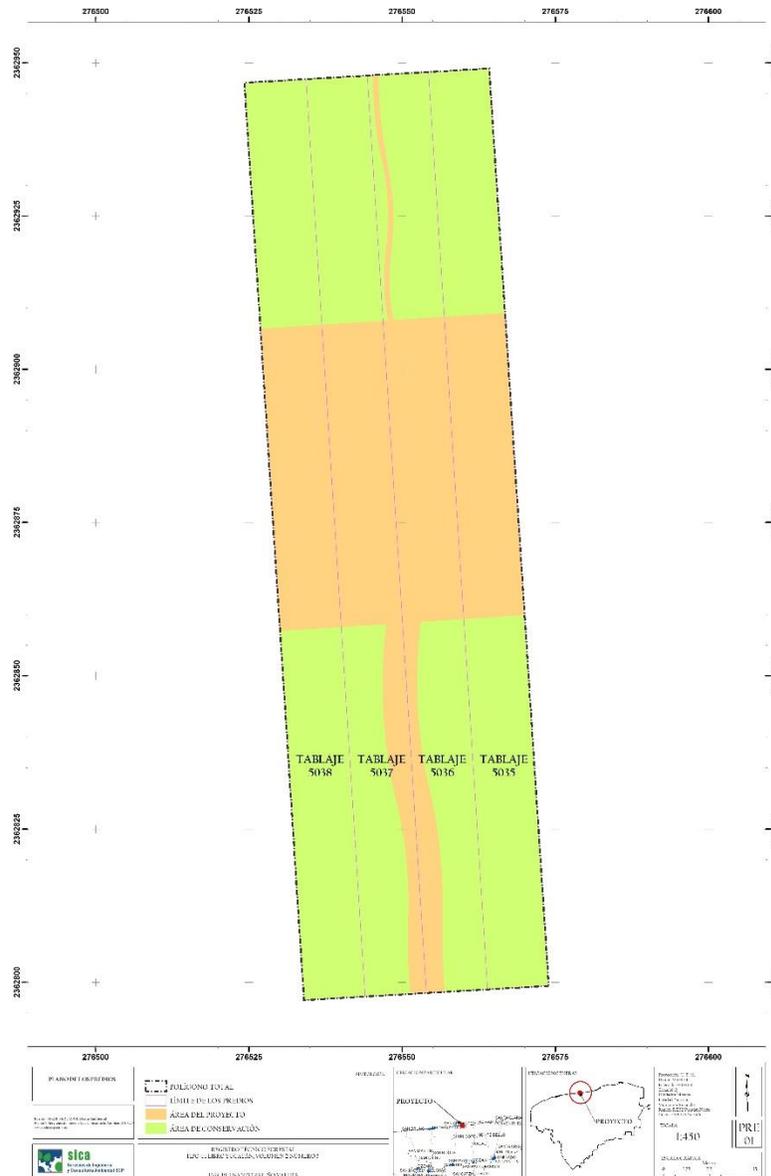
Los polígonos con vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia y vocación forestal, y en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF es de **2,342.87 m<sup>2</sup> (0.0.234287 ha)** tal como se puede observar a continuación:

**Tabla 2.3.** Polígonos CUS por predios y superficie total para CUS para el proyecto.

PREDIO	POLÍGONO CUSTF	m <sup>2</sup>	%
TABLAJE 5035	1	491.23	21%
TABLAJE 5036	2	688.31	29%

PREDIO	POLÍGONO CUSTF	m <sup>2</sup>	%
TABLAJE 5037	3	667.67	28%
TABLAJE 5038	4	495.66	21%
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>		<b>2,342.87</b>	<b>100%</b>

Debido a lo anterior, se realiza el presente Estudio (Para más detalle ver Plano de polígonos de áreas forestales y de los polígonos de los cuales se solicita Cambio de Uso de Suelo (Ver **Anexo 2** de este estudio técnico).



**Figura 2.7.** Conjunto de polígonos en donde se solicita el Cambio de Uso del Suelo (para más detalle ver Anexo 2 y 3 de este estudio técnico).

A continuación, se presenta las coordenadas de delimitación de los polígonos en donde se llevará a cabo el Cambio de Uso de Suelo (CUS); mismas que se pueden verificar en los Planos de CUS en el **Anexo 2** de este estudio técnico.

**Tabla 2.4.** Coordenadas delimitantes de los polígonos de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

<b>POLÍGONO DE CUSTF 01</b>		
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	276560.0536	2362859.2951
2	276556.8819	2362908.5380
3	276565.3059	2362909.0859
4	276566.8028	2362909.1831
5	276570.0005	2362859.9411
1	276560.0536	2362859.2951
<b>SUPERFICIE 491.23 m<sup>2</sup></b>		

**Tabla 2.5.** Coordenadas delimitantes de los polígonos de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	276556.8819	2362908.5380	295	276546.1832	2362944.7067
2	276560.0536	2362859.2951	296	276546.1889	2362944.5833
3	276553.0090	2362858.8377	297	276546.1947	2362944.4600
4	276552.9324	2362858.1917	298	276546.2006	2362944.3366
5	276552.8921	2362857.8329	299	276546.2067	2362944.2132
6	276552.8566	2362857.5031	300	276546.2129	2362944.0899
7	276552.8195	2362857.1448	301	276546.2194	2362943.9665
8	276552.7901	2362856.8483	302	276546.2259	2362943.8432
9	276552.7595	2362856.5271	303	276546.2327	2362943.7199
10	276552.7343	2362856.2517	304	276546.2396	2362943.5966
11	276552.7043	2362855.9087	305	276546.2468	2362943.4733
12	276552.6746	2362855.5510	306	276546.2541	2362943.3500
13	276552.6485	2362855.2196	307	276546.2616	2362943.2267
14	276552.6286	2362854.9532	308	276546.2693	2362943.1035
15	276552.6005	2362854.5560	309	276546.2772	2362942.9802
16	276552.5813	2362854.2669	310	276546.2853	2362942.8570
17	276552.5595	2362853.9173	311	276546.2936	2362942.7338
18	276552.5397	2362853.5750	312	276546.3022	2362942.6105
19	276552.5160	2362853.1276	313	276546.3110	2362942.4873
20	276552.4841	2362852.4316	314	276546.3200	2362942.3642
21	276552.4652	2362851.9367	315	276546.3292	2362942.2410

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
22	276552.4539	2362851.5940	316	276546.3387	2362942.1178
23	276552.4442	2362851.2536	317	276546.3484	2362941.9947
24	276552.4377	2362850.9920	318	276546.3584	2362941.8716
25	276552.4312	2362850.6901	319	276546.3686	2362941.7485
26	276552.4256	2362850.3644	320	276546.3791	2362941.6254
27	276552.4212	2362850.0353	321	276546.3898	2362941.5023
28	276552.4180	2362849.6741	322	276546.4008	2362941.3793
29	276552.4164	2362849.3168	323	276546.4121	2362941.2562
30	276552.4163	2362849.0191	324	276546.4237	2362941.1332
31	276552.4179	2362848.6183	325	276546.4356	2362941.0102
32	276552.4209	2362848.2808	326	276546.4477	2362940.8872
33	276552.4235	2362848.0704	327	276546.4601	2362940.7642
34	276552.4282	2362847.7611	328	276546.4729	2362940.6413
35	276552.4389	2362847.2447	329	276546.4859	2362940.5183
36	276552.4483	2362846.8842	330	276546.4993	2362940.3954
37	276552.4617	2362846.4548	331	276546.5130	2362940.2725
38	276552.4782	2362846.0041	332	276546.5270	2362940.1497
39	276552.4899	2362845.7221	333	276546.5412	2362940.0278
40	276552.5123	2362845.2361	334	276546.5557	2362939.9059
41	276552.5330	2362844.8368	335	276546.5705	2362939.7841
42	276552.5603	2362844.3589	336	276546.5856	2362939.6623
43	276552.5825	2362844.0034	337	276546.6010	2362939.5405
44	276552.6006	2362843.7318	338	276546.6167	2362939.4187
45	276552.6243	2362843.3943	339	276546.6327	2362939.2969
46	276552.6476	2362843.0820	340	276546.6489	2362939.1752
47	276552.6684	2362842.8162	341	276546.6654	2362939.0535
48	276552.6965	2362842.4733	342	276546.6822	2362938.9318
49	276552.7252	2362842.1404	343	276546.6992	2362938.8101
50	276552.7554	2362841.8074	344	276546.7165	2362938.6884
51	276552.7886	2362841.4571	345	276546.7340	2362938.5667
52	276552.8199	2362841.1415	346	276546.7517	2362938.4451
53	276552.8540	2362840.8113	347	276546.7697	2362938.3235
54	276552.8968	2362840.4138	348	276546.7879	2362938.2018
55	276552.9309	2362840.1106	349	276546.8063	2362938.0802
56	276552.9913	2362839.5971	350	276546.8249	2362937.9587

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
57	276553.0466	2362839.1501	351	276546.8437	2362937.8371
58	276553.0988	2362838.7469	352	276546.8626	2362937.7155
59	276553.1400	2362838.4389	353	276546.8818	2362937.5940
60	276553.1920	2362838.0626	354	276546.9011	2362937.4724
61	276553.2336	2362837.7709	355	276546.9206	2362937.3509
62	276553.2863	2362837.4117	356	276546.9403	2362937.2294
63	276553.3414	2362837.0482	357	276546.9601	2362937.1079
64	276553.4021	2362836.6598	358	276546.9801	2362936.9864
65	276553.4546	2362836.3338	359	276547.0002	2362936.8650
66	276553.5245	2362835.9131	360	276547.0205	2362936.7435
67	276553.5730	2362835.6285	361	276547.0409	2362936.6221
68	276553.6449	2362835.2177	362	276547.0614	2362936.5006
69	276553.7134	2362834.8383	363	276547.0820	2362936.3792
70	276553.7801	2362834.4779	364	276547.1027	2362936.2578
71	276553.8492	2362834.1144	365	276547.1236	2362936.1364
72	276553.9397	2362833.6516	366	276547.1445	2362936.0150
73	276554.0200	2362833.2524	367	276547.1655	2362935.8936
74	276554.1294	2362832.8136	368	276547.1866	2362935.7722
75	276554.2347	2362832.3819	369	276547.2078	2362935.6508
76	276554.3308	2362831.9787	370	276547.2290	2362935.5295
77	276554.4293	2362831.5564	371	276547.2503	2362935.4081
78	276554.5262	2362831.1309	372	276547.2717	2362935.2867
79	276554.6198	2362830.7106	373	276547.2931	2362935.1654
80	276554.7133	2362830.2797	374	276547.3145	2362935.0441
81	276554.7900	2362829.9186	375	276547.3360	2362934.9227
82	276554.8767	2362829.5000	376	276547.3575	2362934.8014
83	276554.9812	2362828.9815	377	276547.3790	2362934.6801
84	276555.0505	2362828.6280	378	276547.4005	2362934.5588
85	276555.1467	2362828.1241	379	276547.4436	2362934.3162
86	276555.2097	2362827.7844	380	276547.4651	2362934.1949
87	276555.2852	2362827.3668	381	276547.4866	2362934.0736
88	276555.3365	2362827.0766	382	276547.5081	2362933.9523
89	276555.4063	2362826.6715	383	276547.5296	2362933.8310
90	276555.4621	2362826.3387	384	276547.5510	2362933.7097
91	276555.5184	2362825.9943	385	276547.5724	2362933.5884

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
92	276555.5686	2362825.6804	386	276547.5937	2362933.4672
93	276555.6311	2362825.2775	387	276547.6150	2362933.3459
94	276555.6988	2362824.8267	388	276547.6362	2362933.2246
95	276555.7660	2362824.3616	389	276547.6574	2362933.1033
96	276555.8095	2362824.0507	390	276547.6784	2362932.9821
97	276555.8804	2362823.5250	391	276547.6994	2362932.8608
98	276555.9604	2362822.8995	392	276547.7203	2362932.7395
99	276556.0133	2362822.4645	393	276547.7411	2362932.6183
100	276556.0586	2362822.0755	394	276547.7618	2362932.4970
101	276556.0924	2362821.7757	395	276547.7824	2362932.3757
102	276556.1360	2362821.3729	396	276547.8029	2362932.2545
103	276556.1777	2362820.9706	397	276547.8232	2362932.1332
104	276556.2204	2362820.5372	398	276547.8435	2362932.0119
105	276556.2627	2362820.0832	399	276547.8635	2362931.8907
106	276556.2952	2362819.7152	400	276547.8835	2362931.7694
107	276556.3240	2362819.3738	401	276547.9033	2362931.6481
108	276556.3485	2362819.0687	402	276547.9229	2362931.5268
109	276556.3755	2362818.7160	403	276547.9424	2362931.4056
110	276556.4069	2362818.2788	404	276547.9617	2362931.2843
111	276556.4291	2362817.9489	405	276547.9808	2362931.1630
112	276556.4500	2362817.6192	406	276547.9997	2362931.0417
113	276556.4756	2362817.1855	407	276548.0184	2362930.9204
114	276556.5023	2362816.6852	408	276548.0370	2362930.7991
115	276556.5309	2362816.0740	409	276548.0553	2362930.6778
116	276556.5483	2362815.6492	410	276548.0734	2362930.5565
117	276556.5676	2362815.0965	411	276548.0913	2362930.4352
118	276556.5864	2362814.4230	412	276548.1090	2362930.3139
119	276556.5955	2362813.9983	413	276548.1264	2362930.1925
120	276556.6051	2362813.3647	414	276548.1436	2362930.0712
121	276556.6092	2362812.9069	415	276548.1606	2362929.9499
122	276556.6105	2362812.6013	416	276548.1773	2362929.8285
123	276556.6106	2362812.2177	417	276548.1937	2362929.7072
124	276556.6084	2362811.7428	418	276548.2099	2362929.5858
125	276556.6038	2362811.2903	419	276548.2258	2362929.4645
126	276556.5984	2362810.9279	420	276548.2414	2362929.3431

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
127	276556.5905	2362810.5231	421	276548.2567	2362929.2217
128	276556.5833	2362810.2174	422	276548.2718	2362929.1003
129	276556.5724	2362809.8232	423	276548.2865	2362928.9789
130	276556.5457	2362809.0499	424	276548.3009	2362928.8575
131	276556.5419	2362808.6536	425	276548.3150	2362928.7361
132	276556.5390	2362808.1325	426	276548.3288	2362928.6147
133	276556.5383	2362807.6615	427	276548.3423	2362928.4933
134	276556.5389	2362807.3057	428	276548.3554	2362928.3718
135	276556.5408	2362806.9114	429	276548.3682	2362928.2504
136	276556.5445	2362806.4643	430	276548.3806	2362928.1289
137	276556.5497	2362806.0264	431	276548.3927	2362928.0074
138	276556.5570	2362805.5617	432	276548.4044	2362927.8859
139	276556.5653	2362805.1302	433	276548.4157	2362927.7644
140	276556.5725	2362804.8067	434	276548.4267	2362927.6429
141	276556.6026	2362803.7312	435	276548.4373	2362927.5214
142	276556.6133	2362803.4153	436	276548.4475	2362927.3998
143	276556.6233	2362803.1380	437	276548.4573	2362927.2783
144	276556.6386	2362802.7450	438	276548.4667	2362927.1567
145	276556.6522	2362802.4185	439	276548.4756	2362927.0351
146	276556.6680	2362802.0641	440	276548.4842	2362926.9135
147	276556.6836	2362801.7357	441	276548.4923	2362926.7919
148	276556.7159	2362801.1061	442	276548.5001	2362926.6703
149	276556.7418	2362800.6407	443	276548.5073	2362926.5486
150	276556.7581	2362800.3637	444	276548.5142	2362926.4270
151	276556.7840	2362799.9437	445	276548.5205	2362926.3053
152	276556.8067	2362799.5938	446	276548.5264	2362926.1836
153	276556.8305	2362799.2432	447	276548.5319	2362926.0619
154	276556.8576	2362798.8590	448	276548.5369	2362925.9402
155	276556.8902	2362798.4200	449	276548.5414	2362925.8185
156	276553.9651	2362798.2494	450	276548.5454	2362925.6967
157	276546.9031	2362907.8892	451	276548.5489	2362925.5749
158	276547.7366	2362907.9433	452	276548.5519	2362925.4532
159	276547.6710	2362908.3034	453	276548.5544	2362925.3313
160	276547.6352	2362908.5089	454	276548.5564	2362925.2095
161	276547.5999	2362908.7186	455	276548.5579	2362925.0877

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
162	276547.5618	2362908.9529	456	276548.5589	2362924.9658
163	276547.5246	2362909.1913	457	276548.5593	2362924.8439
164	276547.4870	2362909.4432	458	276548.5592	2362924.7220
165	276547.4518	2362909.6910	459	276548.5585	2362924.6001
166	276547.4179	2362909.9411	460	276548.5568	2362924.4417
167	276547.3911	2362910.1483	461	276548.5543	2362924.2832
168	276547.3664	2362910.3474	462	276548.5508	2362924.1247
169	276547.3397	2362910.5741	463	276548.5465	2362923.9662
170	276547.3140	2362910.8035	464	276548.5414	2362923.8076
171	276547.2867	2362911.0634	465	276548.5354	2362923.6490
172	276547.2702	2362911.2286	466	276548.5288	2362923.4904
173	276547.2499	2362911.4442	467	276548.5214	2362923.3318
174	276547.2040	2362911.9894	468	276548.5133	2362923.1731
175	276547.1730	2362912.4263	469	276548.5046	2362923.0144
176	276547.1508	2362912.7936	470	276548.4952	2362922.8557
177	276547.1392	2362913.0155	471	276548.4852	2362922.6970
178	276547.1275	2362913.2695	472	276548.4747	2362922.5382
179	276547.1167	2362913.5471	473	276548.4636	2362922.3794
180	276547.1077	2362913.8335	474	276548.4519	2362922.2206
181	276547.1008	2362914.1231	475	276548.4398	2362922.0618
182	276547.0959	2362914.4278	476	276548.4273	2362921.9030
183	276547.0933	2362914.8005	477	276548.4143	2362921.7441
184	276547.0936	2362915.0460	478	276548.4009	2362921.5852
185	276547.0949	2362915.2310	479	276548.3872	2362921.4264
186	276547.0979	2362915.4690	480	276548.3732	2362921.2675
187	276547.1015	2362915.6674	481	276548.3588	2362921.1085
188	276547.1121	2362916.0695	482	276548.3441	2362920.9496
189	276547.1328	2362916.6026	483	276548.3293	2362920.7907
190	276547.1446	2362916.8438	484	276548.3142	2362920.6317
191	276547.1578	2362917.0807	485	276548.2989	2362920.4728
192	276547.1702	2362917.2825	486	276548.2835	2362920.3138
193	276547.1816	2362917.4553	487	276548.2679	2362920.1549
194	276547.1875	2362917.5400	488	276548.2523	2362919.9959
195	276547.2008	2362917.7218	489	276548.2366	2362919.8369
196	276547.2202	2362917.9661	490	276548.2051	2362919.5189

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
197	276547.2415	2362918.2158	491	276548.1894	2362919.3600
198	276547.2672	2362918.4923	492	276548.1737	2362919.2010
199	276547.2867	2362918.6896	493	276548.1581	2362919.0420
200	276547.3048	2362918.8634	494	276548.1427	2362918.8830
201	276547.3239	2362919.0391	495	276548.1274	2362918.7240
202	276547.3454	2362919.2280	496	276548.1123	2362918.5651
203	276547.3662	2362919.4030	497	276548.0973	2362918.4061
204	276547.3924	2362919.6150	498	276548.0827	2362918.2471
205	276547.4161	2362919.7978	499	276548.0683	2362918.0882
206	276547.4621	2362920.1355	500	276548.0542	2362917.9292
207	276547.5180	2362920.6360	501	276548.0404	2362917.7703
208	276547.5603	2362921.0573	502	276548.0270	2362917.6113
209	276547.6028	2362921.5318	503	276548.0139	2362917.4524
210	276547.6372	2362921.9685	504	276548.0013	2362917.2935
211	276547.6646	2362922.3667	505	276547.9892	2362917.1346
212	276547.6884	2362922.7696	506	276547.9775	2362916.9757
213	276547.7077	2362923.1584	507	276547.9663	2362916.8169
214	276547.7204	2362923.4633	508	276547.9557	2362916.6580
215	276547.7325	2362923.8257	509	276547.9456	2362916.4992
216	276547.7391	2362924.0771	510	276547.9361	2362916.3404
217	276547.7440	2362924.3199	511	276547.9273	2362916.1816
218	276547.7492	2362924.7451	512	276547.9191	2362916.0228
219	276547.7494	2362925.3301	513	276547.9117	2362915.8640
220	276547.7440	2362925.7824	514	276547.9049	2362915.7053
221	276547.7368	2362926.1191	515	276547.8989	2362915.5466
222	276547.7240	2362926.5423	516	276547.8937	2362915.3879
223	276547.7137	2362926.8078	517	276547.8892	2362915.2293
224	276547.6921	2362927.2661	518	276547.8857	2362915.0706
225	276547.6723	2362927.6136	519	276547.8829	2362914.9120
226	276547.6522	2362927.9234	520	276547.8811	2362914.7535
227	276547.6277	2362928.2620	521	276547.8803	2362914.5949
228	276547.6001	2362928.6045	522	276547.8803	2362914.4364
229	276547.5727	2362928.9145	523	276547.8809	2362914.3355
230	276547.5406	2362929.2479	524	276547.8819	2362914.2346
231	276547.5188	2362929.4597	525	276547.8832	2362914.1337

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
232	276547.4920	2362929.7075	526	276547.8850	2362914.0328
233	276547.4459	2362930.1040	527	276547.8871	2362913.9319
234	276547.3934	2362930.5204	528	276547.8896	2362913.8310
235	276547.2996	2362931.1940	529	276547.8925	2362913.7302
236	276547.2538	2362931.4967	530	276547.8958	2362913.6293
237	276547.1617	2362932.0648	531	276547.8994	2362913.5285
238	276547.0972	2362932.4365	532	276547.9034	2362913.4277
239	276547.0081	2362932.9199	533	276547.9077	2362913.3269
240	276546.9756	2362933.0885	534	276547.9124	2362913.2261
241	276546.9076	2362933.4307	535	276547.9175	2362913.1253
242	276546.8228	2362933.8375	536	276547.9229	2362913.0245
243	276546.7140	2362934.3323	537	276547.9286	2362912.9238
244	276546.6195	2362934.7407	538	276547.9347	2362912.8230
245	276546.5155	2362935.1699	539	276547.9411	2362912.7223
246	276546.3995	2362935.6272	540	276547.9479	2362912.6215
247	276546.2143	2362936.7158	541	276547.9549	2362912.5208
248	276546.1125	2362937.3610	542	276547.9623	2362912.4201
249	276546.0427	2362937.8264	543	276547.9700	2362912.3194
250	276545.9395	2362938.5548	544	276547.9780	2362912.2187
251	276545.8442	2362939.2802	545	276547.9864	2362912.1180
252	276545.7856	2362939.7565	546	276547.9950	2362912.0173
253	276545.7070	2362940.4401	547	276548.0039	2362911.9167
254	276545.6619	2362940.8608	548	276548.0131	2362911.8160
255	276545.6275	2362941.1976	549	276548.0226	2362911.7153
256	276545.5711	2362941.7865	550	276548.0324	2362911.6147
257	276545.5178	2362942.3974	551	276548.0425	2362911.5141
258	276545.4860	2362942.7916	552	276548.0529	2362911.4134
259	276545.4524	2362943.2423	553	276548.0635	2362911.3128
260	276545.4114	2362943.8504	554	276548.0744	2362911.2122
261	276545.3683	2362944.5911	555	276548.0856	2362911.1116
262	276545.3424	2362945.1140	556	276548.0970	2362911.0110
263	276545.3147	2362945.7830	557	276548.1087	2362910.9104
264	276545.2972	2362946.3099	558	276548.1206	2362910.8098
265	276545.2875	2362946.6654	559	276548.1328	2362910.7092
266	276545.2763	2362947.1988	560	276548.1452	2362910.6087

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
267	276545.2666	2362947.9937	561	276548.1579	2362910.5081
268	276546.0665	2362948.0404	562	276548.1708	2362910.4075
269	276546.0702	2362947.9169	563	276548.1839	2362910.3070
270	276546.0739	2362947.7934	564	276548.1972	2362910.2064
271	276546.0776	2362947.6699	565	276548.2108	2362910.1059
272	276546.0813	2362947.5464	566	276548.2246	2362910.0053
273	276546.0851	2362947.4229	567	276548.2386	2362909.9048
274	276546.0888	2362947.2994	568	276548.2528	2362909.8043
275	276546.0926	2362947.1758	569	276548.2672	2362909.7038
276	276546.0965	2362947.0524	570	276548.2819	2362909.6032
277	276546.1004	2362946.9289	571	276548.2967	2362909.5027
278	276546.1043	2362946.8054	572	276548.3117	2362909.4022
279	276546.1083	2362946.6819	573	276548.3269	2362909.3017
280	276546.1123	2362946.5584	574	276548.3422	2362909.2012
281	276546.1164	2362946.4349	575	276548.3578	2362909.1007
282	276546.1206	2362946.3114	576	276548.3735	2362909.0002
283	276546.1248	2362946.1880	577	276548.3894	2362908.8997
284	276546.1291	2362946.0645	578	276548.4055	2362908.7992
285	276546.1335	2362945.9410	579	276548.4217	2362908.6988
286	276546.1380	2362945.8176	580	276548.4381	2362908.5983
287	276546.1426	2362945.6941	581	276548.4547	2362908.4978
288	276546.1473	2362945.5707	582	276548.4713	2362908.3973
289	276546.1521	2362945.4472	583	276548.4882	2362908.2969
290	276546.1570	2362945.3238	584	276548.5052	2362908.1964
291	276546.1620	2362945.2004	585	276548.5223	2362908.0959
292	276546.1671	2362945.0769	586	276548.5395	2362907.9954
293	276546.1723	2362944.9535	1	276556.8819	2362908.5380
294	276546.1777	2362944.8301	<b>SUPERFICIE 688.31 m<sup>2</sup></b>		

**Tabla 2.6.** Coordenadas delimitantes de los polígonos de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

<b>POLÍGONO DE CUSTF 03</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	276553.9651	2362798.2494	46	276548.3681	2362832.8436
2	276551.3989	2362798.0997	47	276548.2405	2362833.5186
3	276551.3596	2362798.5159	48	276548.1138	2362834.2215
4	276551.2979	2362799.2144	49	276547.9748	2362835.0360

<b>POLÍGONO DE CUSTF 03</b>					
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
5	276551.2254	2362800.1285	50	276547.8571	2362835.7671
6	276551.1734	2362800.8685	51	276547.7231	2362836.6568
7	276551.1293	2362801.5772	52	276547.6303	2362837.3146
8	276551.0661	2362802.7987	53	276547.5118	2362838.2168
9	276551.0319	2362803.6426	54	276547.4196	2362838.9791
10	276551.0148	2362804.1621	55	276547.3496	2362839.6019
11	276550.9869	2362805.3381	56	276547.2743	2362840.3259
12	276550.9765	2362806.1351	57	276547.2076	2362841.0255
13	276550.9731	2362806.8694	58	276547.1547	2362841.6316
14	276550.9746	2362807.4648	59	276547.0907	2362842.4464
15	276550.9871	2362808.5365	60	276547.0313	2362843.3150
16	276551.0103	2362809.5425	61	276546.9695	2362844.4144
17	276551.0327	2362810.2366	62	276546.9405	2362845.0483
18	276551.0663	2362811.3168	63	276546.9189	2362845.6092
19	276551.0797	2362812.0585	64	276546.8998	2362846.2168
20	276551.0847	2362812.6433	65	276546.8799	2362847.1149
21	276551.0839	2362813.4079	66	276546.8710	2362847.8234
22	276551.0751	2362814.1514	67	276546.8683	2362848.4447
23	276551.0607	2362814.8078	68	276546.8698	2362849.0055
24	276551.0348	2362815.6087	69	276546.8804	2362849.9101
25	276551.0047	2362816.3073	70	276546.9035	2362850.9068
26	276550.9659	2362817.0359	71	276546.9307	2362851.7056
27	276550.9191	2362817.7704	72	276546.9486	2362852.1369
28	276550.8741	2362818.3826	73	276546.9697	2362852.5860
29	276550.8095	2362819.1554	74	276546.9935	2362853.0397
30	276550.7294	2362819.9969	75	276547.0258	2362853.5926
31	276550.6534	2362820.7114	76	276547.0708	2362854.2731
32	276550.5827	2362821.3200	77	276547.1047	2362854.7370
33	276550.4504	2362822.3527	78	276547.1424	2362855.2155
34	276550.3378	2362823.1485	79	276547.1661	2362855.4987
35	276550.2232	2362823.8973	80	276547.1919	2362855.7951
36	276550.0974	2362824.6636	81	276547.2265	2362856.1754
37	276549.9888	2362825.2857	82	276547.2831	2362856.7575
38	276549.8281	2362826.1513	83	276547.3155	2362857.0733
39	276549.6903	2362826.8488	84	276547.3483	2362857.3817

POLÍGONO DE CUSTF 03					
VÉRTICES	X	Y	VÉRTICES	X	Y
40	276549.5688	2362827.4352	85	276547.3843	2362857.7080
41	276549.3738	2362828.3272	86	276547.4746	2362858.4783
42	276549.0423	2362829.6897	87	276540.0960	2362857.9991
43	276548.8153	2362830.6865	88	276536.9243	2362907.2420
44	276548.6305	2362831.5432	89	276546.9031	2362907.8892
45	276548.5005	2362832.1740	1	276553.9651	2362798.2494
<b>SUPERFICIE 667.67 m<sup>2</sup></b>					

**Tabla 2.7.** Coordenadas delimitantes de los polígonos de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

POLÍGONO DE CUSTF 04		
VÉRTICES	X	Y
1	276540.0960	2362857.9991
2	276530.0855	2362857.3490
3	276526.8877	2362906.5910
4	276536.9243	2362907.2420
1	276540.0960	2362857.9991
<b>SUPERFICIE 495.66 m<sup>2</sup></b>		

## II.1.4 Urbanización del Área del Proyecto

En el área del proyecto se cuenta con servicios públicos urbanos desarrollados, como son energía eléctrica, agua potable y servicio de telefonía celular. La zona también cuenta con servicios de autotransporte, centros de salud, servicios educativos y zonas de entretenimiento y deportivas.

En la parte este del predio se encuentran las líneas de transmisión de baja tensión, por lo que se solicitará el abastecimiento por parte de la Comisión Federal de Electricidad.



**Figura 2.1.** Entre ambos predios pasa una carretera y en la cual se observan los postes con cables de electricidad perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad.

La vialidad existente en el área de influencia es suficiente para soportar la carga vehicular adicional debida a la ocupación del desarrollo turístico. No se prevé el desabasto de los servicios públicos en la zona debido a la implementación del proyecto.

Los residuos sólidos no peligrosos que se genere por la construcción del proyecto serán almacenados temporalmente en sitios adecuados y trasladados en vehículos a su disposición final en los sitios autorizados. La periodicidad con la que se lleve a cabo dicha actividad dependerá de los volúmenes generados tanto en la construcción como en la operación del mismo.

Las actividades constructivas podrían generar cantidades bajas de residuos peligrosos (en lo sucesivo, rp) derivados de fallas esporádicas de maquinaria y del uso de pinturas. En caso pertinente, se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora especializada y autorizada por la SEMARNAT para tal fin, con la frecuencia necesaria (que no excederá un periodo de seis meses según la legislación aplicable en materia de RP) de acuerdo a los volúmenes de residuos peligrosos generados.

### II.1.5 Inversión Requerida

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

Como se puede observar el costo total aproximado para el proyecto será de \$ 4, 000,000.00 pesos.

**Tabla 2.8.** Descripción de la inversión requerida para el proyecto

	TOTAL	INFRAESTRUCTURA	PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
Inversión en pesos	\$4,000,000.00	\$ 3,910,000.00	\$90,000.00

La inversión para la realización del proyecto se estima en 4, 000,000.00 M.N, destinados de la siguiente manera, \$3, 910,000 00para compra de insumos y mano de obra para la construcción del proyecto, y \$90,000.00 serán utilizados en las acciones en materia ambiental, el cumplimiento de las medidas de prevención y medidas de mitigación.

## II.2 Características particulares del proyecto

### II.2.1 Dimensiones del proyecto

La construcción del presente proyecto consta de estacionamientos, áreas de recreación, restaurants, cocina, tiendas, bar, spa, baños, área de piscina, áreas de descanso, así como caminos internos que permanecerán con área únicamente, pero que requerirán de la remoción de la vegetación, tal como se pude observar en la tabla siguiente:

**Tabla 2.9.** Descripción de las obras y áreas del presente proyecto (Etapa I del plan maestro).

OBRAS	SUPERFICIE (M²)	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
Departamentos	651.64	0.065164	10.71%
Áreas Verdes	526.26	0.052626	8.65%
Estacionamiento	184.23	0.018423	3.03%

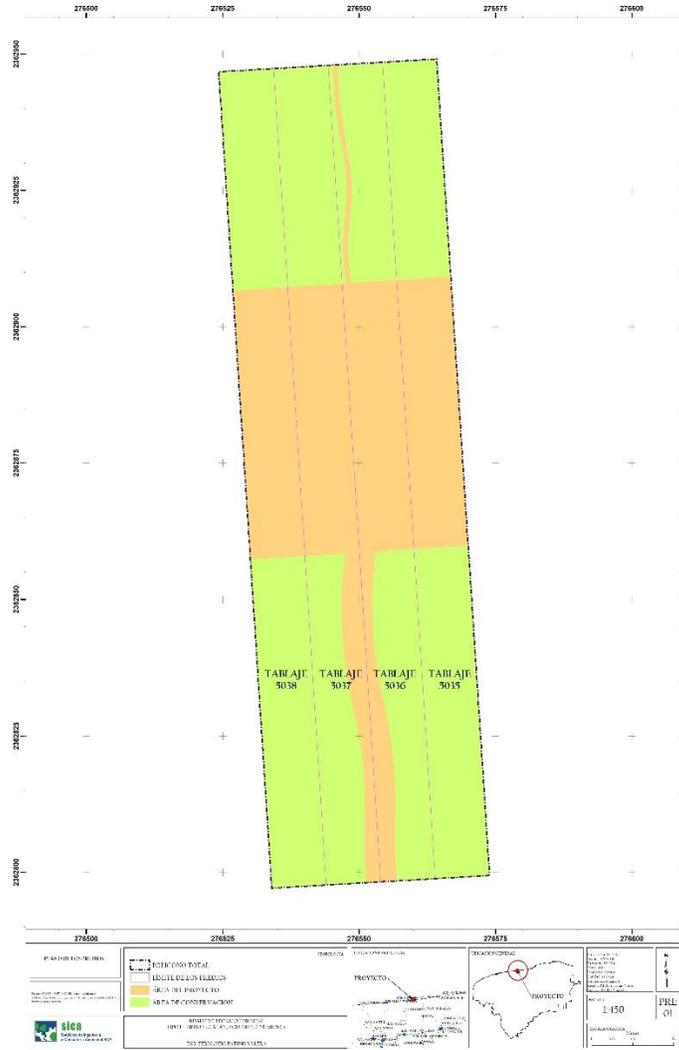
OBRAS	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
Palapa	63.61	0.006361	1.05%
Piscina	197.33	0.019733	3.24%
Accesos (a zona de estacionamiento y playa)	371.57	0.037157	6.10%
Andadores	348.23	0.034823	5.72%
<b>Total de Proyecto CUSTF</b>	<b>2,342.87</b>	<b>0.234287</b>	<b>38.49%</b>
Área de Conservación	3,744.12	0.374412	61.51%
<b>Total del Predio</b>	<b>6,086.99</b>	<b>0.608699</b>	<b>100%</b>

Como se ya se mencionó anteriormente el área total del predio donde se llevará a cabo el proyecto **Construcción y Operación del Proyecto “Residence San Crisanto”** es de 6,086.99 m<sup>2</sup> (0.608699 ha), de los cuales el presente proyecto ocupará una superficie de 2,342.87m<sup>2</sup> (0.234287 ha), tal como se puede observar en la Tabla 2.9.

Es importante mencionar que esta última superficie 2,342.87m<sup>2</sup> (0.234287 ha), está cubierta por una vegetación de duna costera con una vocación forestal, las cuales son las áreas pretendidas para el CUSTF para el establecimiento del proyecto.

No obstante a lo anterior, es importante mencionar de nueva cuenta que el presente proyecto contempla una superficie de 3,744.12 m<sup>2</sup> (0.374412 ha) como áreas de conservación. La permanencia de estas áreas permitirá la continuidad en la prestación de servicios ambientales típicos de las selvas como 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 a la biodiversidad de la región.

A continuación, se puede observar el área del proyecto el cual se verá afectado por las actividades propias del proyecto:



**Figura 2.2.** Usos pretendidos en el trazo del proyecto, en donde se puede observar el área forestal a afectar.

## II.2.2 Representación Gráfica Regional

De acuerdo al Art. 7. Fracción XI de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, la Cuenca hidrológico-forestal es la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en **subcuencas** y microcuencas.

A continuación, se presenta la ubicación del predio bajo estudio dentro de la subcuenca hidrológica forestal denominada RH32-B Yucatán:

**SIMBOLOGIA**

 Predio

 ENTIDAD

 YUCATAN

 RH32 YUCATÁN

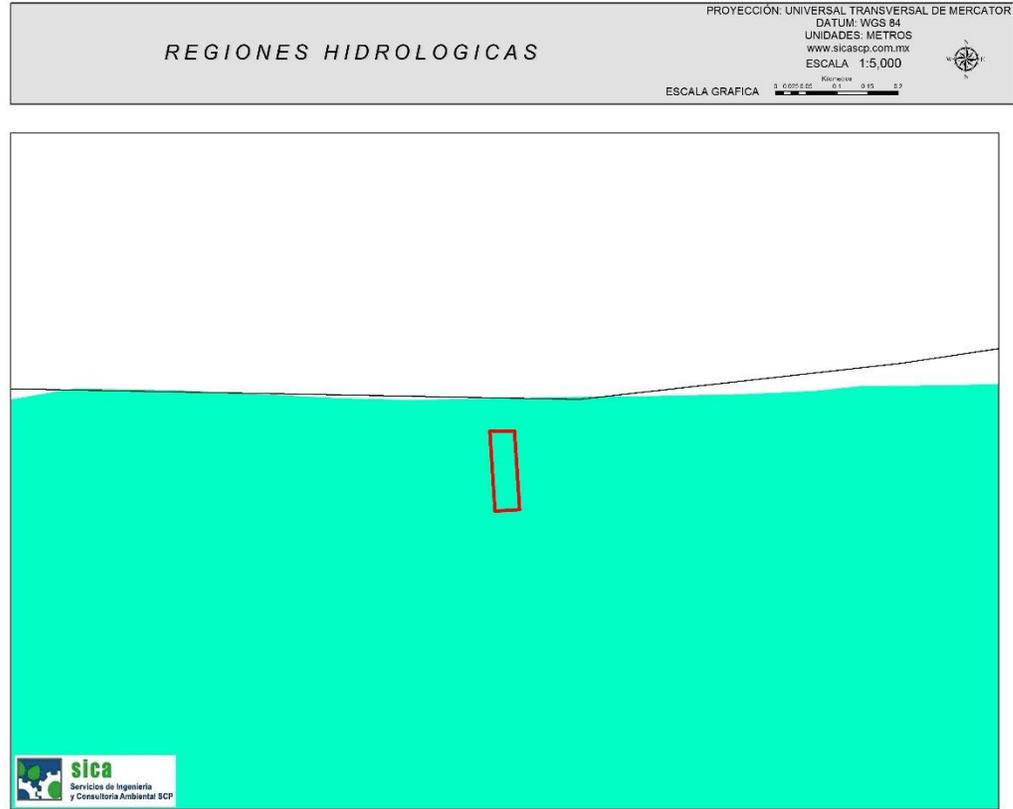


Figura 2.3. Ubicación del predio en la Subcuenca Rh32-B Yucatán.

### II.2.3 Representación Gráfica Local

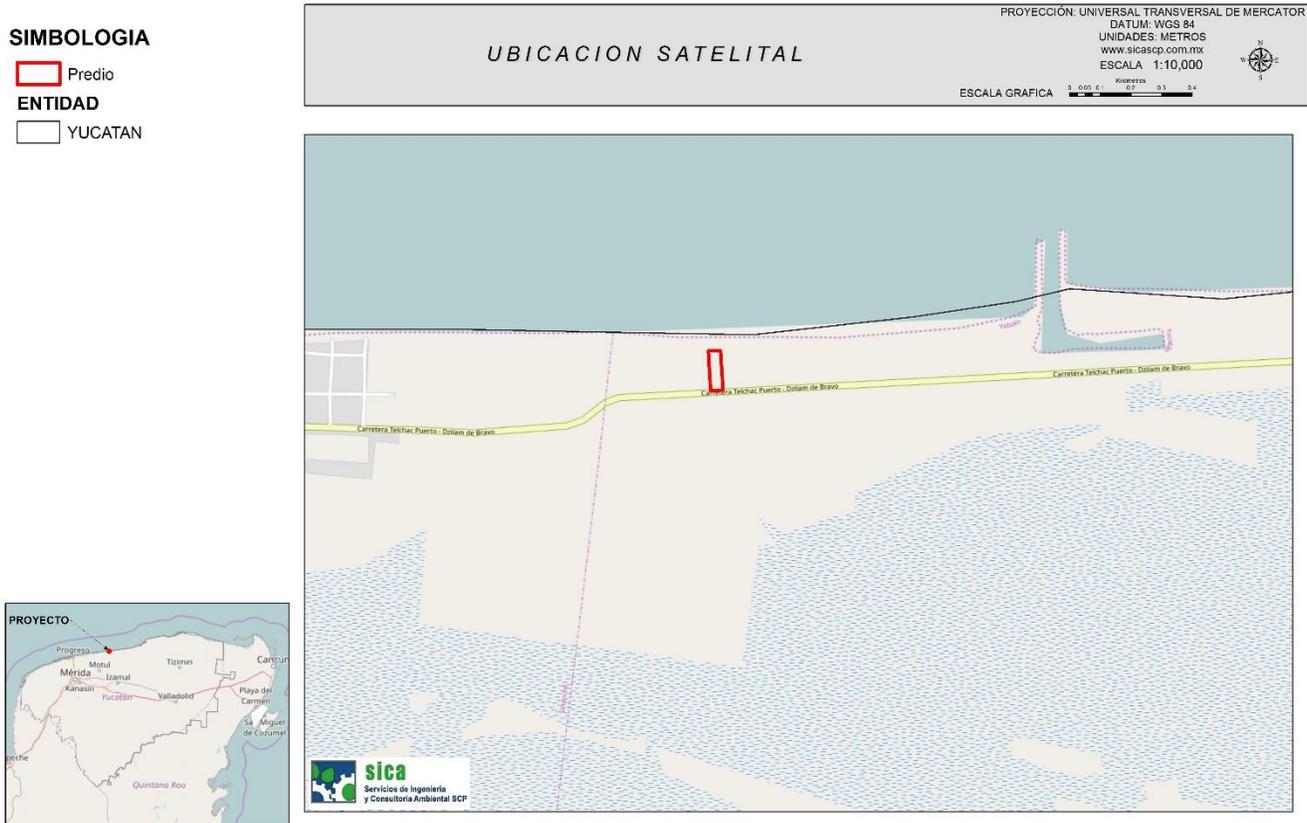
El proyecto **Construcción y Operación del Proyecto “Residence San Crisanto”**, estará ubicado al Norte de la ciudad de Mérida, ubicados en el poblado de San Crisanto, perteneciente al municipio de Sinanché, Yucatán, en los tablajes catastrales, 5035, 5036, 5037, 5038.

El polígono general en donde se encuentra inmerso el conjunto predios bajo estudio tiene una superficie total de 6,086.99 m<sup>2</sup> (0.608699 ha), cuyas coordenadas UTM (zona 16 Q) delimitante son las que a continuación se presenta:

**Tabla 2.80.** Coordenadas principales del polígono general en donde se encuentra inmerso el conjunto de predios bajo estudio.

<b>CONJUNTO DE PREDIOS</b>		
<b>VÉRTICES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	276573.9311	2362799.4143
2	276533.9990	2362797.0844
3	276524.2786	2362946.7692
4	276564.2107	2362949.0990
1	276573.9311	2362799.4143
<b>SUPERFICIE 6,086.99 m<sup>2</sup></b>		

Cabe mencionar a pesar de que el predio cuenta con 6,086.99 m<sup>2</sup> (0.608699 ha), el proyecto para el trazo del presente proyecto que consta de los departamentos, estacionamiento, área verde, palapa, piscina, acceso y andadores en el área de CUS, únicamente consta de una superficie de 2,342.87 m<sup>2</sup> (0.234287 ha), cuya representatividad es del 38.49 % respecto al área total del predio, la cual es la que será sometida para el cambio de uso de suelo.



**Figura 2.4.** Polígono general en donde se encuentran inmersos el conjunto de predios bajo estudio.

## II.2.4 Preparación del Sitio

---

Primeramente, es importante delimitar las áreas propuestas para cambio de uso de suelo que 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 que no se afecte el área circundante y no autorizada para CUSTF.

### Desmontes y Despalmes.

La superficie total del predio es de 6,086.99 m<sup>2</sup> (0.608699ha); mientras que el área de afectación por las obras del presente proyecto es de 2,342.87 m<sup>2</sup> (0.234287 ha), así como un área de conservación que ocupara 3,744.12 m<sup>2</sup> (0.374412 ha).

Es importante mencionar que esta última superficie, está cubierta por una vegetación de duna costera con una vocación forestal, las cuales son las áreas pretendidas para el CUSTF para el establecimiento del proyecto.

Este será el tipo de material que se removerá por el proyecto y motivo del presente estudio. A continuación, se presentan las diferentes actividades de la preparación del terreno:

**A. Ejecución de los trabajos.** Se realizará la limpieza general del área y posteriormente el desmonte y despalme, removiendo la vegetación y la primera capa del sustrato del área de construcción del proyecto. Para realizar lo anterior se utilizará un tractor D-8 capaz de remover la capa vegetal desde la raíz. Esta actividad será apoyada con personal equipado con herramienta manual para realizar el desmonte fino. Los residuos vegetales y de despalme (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.

**B. Tipo de material por remover.** Los materiales por remover son los que conforman la primera capa de suelo (tierra y piedras), así como especies vegetales herbáceas, diferentes arbustos y árboles jóvenes de vegetación secundaria derivada de la duna costera.

**C. 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, hasta finalizar la fase de despalme. Estos residuos serán trozados (los troncos y ramas mayores) con ayuda de herramienta manual. Se mantendrán separados de otros tipos de residuos y se trasladarán al relleno sanitario para su disposición final mediante camiones de volteo de 3-4 m<sup>3</sup>. Con ayuda de cargador frontal o retroexcavadora, serán apilados en los transportes para evitar caídas durante el traslado y para optimizar el espacio de carga. Este material removido deberá cubrirse con una lona durante su traslado y de esta manera evitar su dispersión.

**D. Sitios establecidos para la disposición de los materiales.** Los residuos vegetales generados serán trasladados al relleno sanitario de la ciudad de Mérida o bien depositados en un banco de material en restauración. Los residuos resultantes del despalme (piedras-tierra) serán utilizados para la cimentación y rellenos del futuro inmobiliario, por lo que permanecerán en el área de trabajo en lugares estratégicos. Los excedentes del despalme, que no resulten útiles para cimentación, se retirarán del sitio disponiéndolos en otras obras que requieran rellenos previos o bien en un banco de material en restauración designado por la autoridad competente.

**E. Excavaciones, Compactaciones y/o Nivelaciones.** En términos generales, las excavaciones se realizarán con ayuda de retroexcavadora sobre el suelo tipo B o C; en el caso del suelo tipo A se utilizarán picos y palas para desalojar el material. El proceso para realizar los rellenos es a base de acamellonamiento del material traído de fuera o de la propia obra en camiones de volteo; luego es tendido por una motoconformadora, con la cual el material toma un nivel y una textura preliminar que finalmente es compacta con una vibrocompactadora tandem con rodillo metálico. Para la ejecución de estos trabajos se requerirá de diferentes retroexcavadoras con martillo y los rellenos y terraplenes se realizarán con camiones de volteo, motoconformadoras y vibrocompactadora.

También se manifiesta que únicamente se realizarán rellenos de las excavaciones de las zapatas con la misma arena que se haya retirado. Para los caminos de acceso del predio no se requerirá el uso de material pétreo (sascab), ni algún otro material permeable. El suelo descubierto será de arena y será compactado con el uso de una aplanadora.

Para las labores de construcción tampoco se requerirá de labores de nivelación, respetando la topografía existente dentro del sitio de pretendida ubicación del proyecto.

**F. Cortes.** El proyecto no considera la realización de cortes. Sin embargo, se emplearán zanjadoras manuales para la excavación y conformación de cepas destinadas a albergar ductos de instalaciones eléctricas, tuberías de pvc-cpvc con fines hidráulicos y sanitarios.

**G. Rescate de Especies Vegetales para Conservación.** En las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se llevará a cabo una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares de vegetación que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez identificados los ejemplares, se aplicará la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio definitivo de transplante dentro de las áreas de conservación del presente proyecto. Cabe señalar que esta actividad se llevara previo al inicio del desmonte.

**H. Rescate de Especies de Fauna.** De manera paralela a las actividades de marcado y rescate de especies vegetales, un especialista en manejo de fauna recorrerá las áreas de desmonte, con la finalidad de rescatar animales de poca movilidad y de trasladarlos a las áreas de conservación de vegetación, por lo que previo a su traslado cada organismo será identificado y registrados en formatos especialmente diseñados, así como también se fotografiaran para contar con evidencia comprobable. Cabe señalar que esta actividad se llevara previo al inicio del desmonte.

## II.2.5 Descripción de Obras y Actividades Provisionales del Proyecto

- **Almacenes o bodegas.** Se requiere la construcción de una bodega, para el resguardo de materiales, herramientas y equipos.
- **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 de los residuos sanitarios. Esto se realiza con la finalidad de evitar el fecalismo al aire libre, contaminación del suelo y manto acuífero.

La temporalidad de estas obras será únicamente durante la construcción del proyecto, por lo que al finalizar este, dichas obras temporales serán retiradas del sitio.

## II.2.6 Descripción de Obras Asociadas al Proyecto

---

- **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.**

**A. Bardeado.** Se instalará una serie de bardas a través de las áreas de acceso por motivos de seguridad. Esta barda protegerá al proyecto, ofrecerá control de partículas de polvo que se pudieran dispersar fuera del área de proyecto, así como también brindara seguridad al área de estacionamiento, así como al área administrativa. Estos serán de mampostería de piedra local del tipo rústicos o conocidos localmente como albarradas.

**B. Caminos.** Los caminos del Proyecto no serán impermeabilizados, por lo que serán de arena o suelo natural del sitio del proyecto, para darle una vista ecológica al sitio turístico, así como también contribuir a la infiltración del agua.

**C. Preparaciones para recibir tuberías para las instalaciones hidráulicas y sanitarias** Se prepararán las zanjas donde se alojarán las tuberías de drenaje, previo a su establecimiento se pondrán camas de arena para instalar la tubería de drenaje y por arriba del lecho superior del tubo, se colocarán capas de 20 cm de tepetate compactado apisonándolo ligeramente. Previo a la colocación de los mejoramientos, deberán establecerse todas las instalaciones hidráulicas, tubería de toma de agua así como de drenaje, las necesarias y biodigestores. Asimismo, serán establecidos los espacios necesarios para alojar la tubería por donde correrán las conexiones eléctricas que permitirán el funcionamiento óptimo de las obras.

**D. Cimentaciones y edificaciones.** Las cimentaciones y edificaciones se realizarán conforme a los planos arquitectónicos y considerando las características estratigráficas y físicas del subsuelo, en particular la existencia superficial de materiales de baja compresibilidad. La cimentación será realizada de mampostería entrafada a dos caras, cadena de cimentación, muros de blocks, losa de vigueta y bovedilla, concreto para pisos y techo. La cimentación, que estará basada en un sistema de mampostería, tendrá la función principal de transmitir las cargas de la estructura al terreno de manera uniforme y así evitar al máximo la posible ocurrencia de asentamientos diferenciales en el área de desplante, por otro lado las cadenas funcionarán como elementos rigidizantes y absorberán los momentos que se presenten en la base de las columnas ante cargas laterales, así como los muros de block, y losa de vigueta y bovedilla, concreto para pisos y techo. Los principales materiales que son requeridos para las cimentaciones y las edificaciones serán de concreto, cerámica comercial, concreto escobillado fino, pasta tipo Corev, y block de concreto. Se recomienda revisar las recomendaciones de las mecánicas de suelo, y señalar cual es el proceso constructivo que sugiere, principalmente en aquellas zonas que presenten fallas.

**E. Señalización.** Se indica la rotulación de la totalidad de las áreas de operación, servicios y sobre todo de las áreas de conservación, con el fin de identificar rápidamente las distintas zonas, así como para evitar daños a las zonas no autorizadas para el presente proyecto.

**F. Pozos de extracción y tubería de conexión.** El proceso de construcción de los pozos de extracción se realizará conforme la Norma NOM-003-CNA-1996 que está orientada a la prevención de la contaminación de pozos. Se realizaran perforaciones verticales para alcanzar una profundidad deseada para la extracción de agua de calidad. En el proceso de perforación se utilizarán barrenos que permitirá la perforación del terreno hasta alcanzar el acuífero y posteriormente se introducirá

tubería de 12.5 pulgadas; se instalarán bombas sumergibles para la extracción de agua y se realizará el establecimiento de conexiones.

**G. Alberca.** La alberca se construirá sobre una plataforma de sascab compactado, con una plantilla de concreto, la estructura de la alberca será de concreto armado con varilla de ½ pulgada de diámetro y soresaldrá 1.5 por encima del nivel del suelo. Se recubrirá con azulejo asentado con pegazulejo psp, junteado con agua y cemento blanco. Cabe señalar que las aguas residuales provenientes de esta, serán retiradas por una pipa de alguna empresa que preste dichos servicios y los cuales le darán el tratamiento y disposición final, para su comprobación se resguardaran las facturas que emita dicha empresa.

**H. Biodigestor.** Para el tratamiento de aguas residuales se utilizará un biodigestor autolimpiable de marca Rotoplas el cual le dará un tratamiento a las aguas, a fin de que cumplan con los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, “Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales”. Estos serán enterrados bajo el suelo natural, y estarán puestos en sitios específicos, para que posteriormente se le pueda dar el mantenimiento preventivo correcto.

- **DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.**

El proyecto no contempla la implementación de obras asociadas con el mismo. El predio cuenta con las conexiones de ramal de energía eléctrica y agua potable por lo que no será necesaria la construcción de obras adicionales o asociadas al proyecto.

## II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

Para conocer las especies presentes y estimar el volumen de madera que puede aprovecharse en el área sujeta a CUSTF (0.234287 ha) del predio, se realizaron recorridos preliminares, en los que se observó el estado general de la vegetación.

Con base en lo observado en los recorridos, se decidió levantar un muestreo de la vegetación, mediante sitios de inventario localizados en las zonas forestales del predio.

Para el presente Capítulo, las estimaciones de recursos forestales a remover por cambio de uso de suelo se realizarán de los datos levantados en los sitios trazados sobre los polígonos para CUSTF que se solicitan. Se trazaron 10 cuadrantes de 49 m<sup>2</sup> (7 m x 7 m) para el levantamiento de datos referentes para las estimaciones de la cobertura absoluta del predio bajo estudio.

Las coordenadas UTM Zona 16Q que ubican los sitios centrales de muestreo se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2.11.** Coordenadas centrales UTM de los sitios de muestreo (zona 16Q).

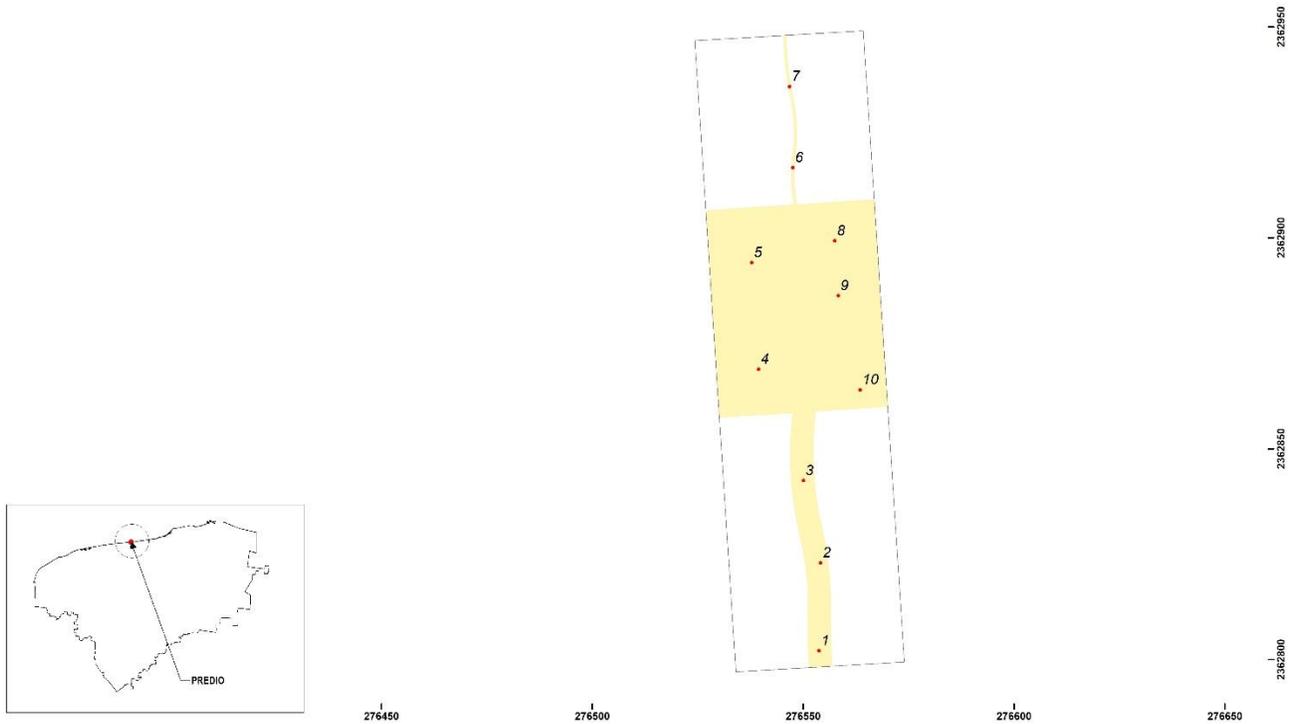
SITIO	X	Y
1	276553.7137	2362802.1511
2	276554.0747	2362822.9963
3	276550.0225	2362842.4854
4	276539.3969	2362868.8539
5	276537.7668	2362894.1621
6	276547.5151	2362916.6851

SITIO	X	Y
7	276546.7529	2362935.9303
8	276557.4752	2362899.3260
9	276558.3122	2362886.3323
10	276563.4711	2362864.0256

- SITIOS
- PREDIO
- ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO

SITIOS DE MUESTREO

PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR  
DATUM: WGS 84  
ESCALA: 1:711  
ESCALA GRAFICA:  
ZONA: 16 Q



**Figura 2.8.** Distribución de los sitios de muestreo en el predio bajo estudio.

### **Cálculo de parámetros dasométricos.**

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 hectáreas. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la **COBERTURA ABSOLUTA** se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left( \frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2 \times \pi$$

**Dónde:**

$D_1$ = diámetro mayor de la copa de la planta (m).

$D_2$ = diámetro perpendicular a  $D_1$  (m).

Para calcular los **PARÁMETROS DASOMÉTRICOS** de los elementos arbóreos presentes dentro del área bajo estudio se utilizaron las siguientes formulas generales:

**Área basal por especie por hectárea.**

Se obtiene con la siguiente fórmula y el resultado se extrapola a una hectárea

$$AB_{sp} = \left[ \sum_{a=1}^n \frac{\pi (d)^2}{4} \right] / T$$

**Dónde:**

d = diámetro normal en cm

a = árbol vivo, desde 1 hasta n

T = tamaño del sitio, en ha.

**Número de árboles por hectárea.**

$$Na/ha = \frac{N \times 10000}{T}$$

**Dónde:**

N = número de individuos de una especie

T = tamaño del sitio, en m<sup>2</sup>

**Volumen por especie/hectárea.**

Se obtuvo de manera individual por especie y sitio de muestreo, aplicando la fórmula siguiente. El resultado se expresa en m<sup>3</sup>/ha

$$Vol_{esp} = ( AB * AT * CM ) / T$$

**Dónde:**

AB = área basal

AT = altura total

CM = coeficiente mórfico de 65%

T = tamaño del sitio.

**Número de individuos por especie**

Con la base señalada anteriormente se identificaron las especies y se registró el número de individuos presentes en cada uno de los sitios de muestreo, mismos que se aprecian en la siguiente tabla.

**Tabla 2.12.** Familias, especies identificadas y número de individuos por hectárea.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Julub	469
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw. var. <i>angustifolia</i>	Ch'elem	1796
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima</i> (Mart.) Chodat & Hassl.	Sak mul	1204
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Lirio k'aax	61
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	41
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook	2367
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	K'an tumbuub	469
Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Apazote xiw	20
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw	408
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Chal che'	41
Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukiil	1245
Bataceae	<i>Batis maritima</i> L.	Alambrillo	816
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schul.	Tabaquillo	41
Cactaceae	<i>Acanthocereus tatragnus</i> (L.) Hummelinck	Xnumtsuytsuy	469
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	102
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose. ssp. <i>donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer.	Koj kaan	41
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L. <i>Quadrella incana</i> (Kunth) H.H.	Chuchuc ché	327
Capparaceae	<i>Iltis</i> & X. Cornejo. ssp. <i>yucatanensis</i> (Lundell) Iltis	Bojk'anche'	61
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz.	ND	184
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	224
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Campanilla	41
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Tso'ots' aak'	20
Euphorbiaceae	<i>Croton flavens</i> L.	Ek' balam	41
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	571
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania</i> <i>crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	Ch'iin took'	20
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i> Mur.	Jobon xiiw	20
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	41
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i> L.	K'an le' kay	245
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	1571
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo	61
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in	Ya'ax k'aax	939

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS
	<i>Britton &amp; Rose.</i>		
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum L.</i>	Taman ch'up	102
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus Cav.</i>	Bisil	82
Malvaceae	<i>Waltheria indica L.</i>	Sak mis bil	102
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida L.</i>	Túubok	245
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus L.</i>	Mul	61
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.</i>	Chimes su'uk	2816
Poaceae	<i>Distichlis spicata (L.) E. Greene. var. spicata</i>	Baakel aak'	1490
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera (L.) L.</i>	Ni' che'	204
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis Sw.</i>	ND	102
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum (Miller) Pennington.</i>	Mulche'	184
Surianaceae	<i>Suriana maritima L.</i>	Pats'il	102
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa (Cav.) B. Ståhl &amp; Källersjö.</i>	Chak sik'iix le'	306
Verbenaceae	<i>Lantana camara L.</i>	Mo'ol peek	265
Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides L.</i>	Chan koj xnuk	41
total			20061

Como puede observarse en la anterior, se registraron 20, 061 individuos de plantas en una hectárea. Siendo la especie más abundante *Dactyloctenium aegyptium* con 2, 816 seguido de *Ambrosia hispida* con 2, 367 individuos.

### Cobertura absoluta

Con base en los parámetros obtenidos en los 10 sitios de muestreo, se estimaron y obtuvieron los valores de cobertura absoluta por hectárea. En la tabla siguiente, se pueden observar los valores antes mencionados para todas las especies (considerando a todos los estratos), con valores por hectárea

**Tabla 2.13.** Cobertura absoluta por hectárea para las especies encontradas en el predio bajo estudio

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	COBERTURA ABSOLUTA (M <sup>2</sup> )
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F. Daniel</i>	Julub	34.942
Agavaceae	<i>Agave angustifolia Haw. var. angustifolia</i>	Ch'elem	134.944
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima (Mart.) Chodat &amp; Hassl.</i>	Sak mul	37.827
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis (Jacq.) Salisb.</i>	Lirio k'aax	6.892
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei (Jacq.) Urb.</i>	Cheechem	0.013
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida Pursh.</i>	Muuch' kook	74.372

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	COBERTURA ABSOLUTA (M <sup>2</sup> )
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	K'an tumbuub	15.067
Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Apazote xiw	0.641
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw	12.823
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Chal che'	2.885
Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukiil	46.964
Bataceae	<i>Batis maritima</i> L.	Alambrillo	25.646
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schul.	Tabaquillo	10.419
Cactaceae	<i>Acanthocereus tatragonus</i> (L.) Hummelinck	Xnumtsuytsuy	31.576
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	5.129
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose. ssp. <i>donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer.	Koj kaan	2.244
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	35.904
Capparaceae	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) H.H. Iltis & X. Cornejo. ssp. <i>yucatanensis</i> (Lundell) Iltis	Bojk'anche'	4.033
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz.	ND	18.914
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	8.655
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Campanilla	2.004
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Tso'ots' aak'	1.042
Euphorbiaceae	<i>Croton flavens</i> L.	Ek' balam	4.007
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	30.911
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	Ch'iin took'	1.443
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i> Mur.	Jobon xiiw	1.443
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	5.450
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i> L.	K'an le' kay	8.768
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	112.772
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo	3.286
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	121.001
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up	15.548
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Bisil	7.214
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil	3.206
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túbok	12.262
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	1.923
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk	92.324
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene. var. <i>spicata</i>	Baakel aak'	46.803
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Ni' che'	32.418

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	COBERTURA ABSOLUTA (M <sup>2</sup> )
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i> Sw.	ND	10.579
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	4.131
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	Pats'il	11.598
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le'	33.660
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Mo'ol peek	20.677
Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i> L.	Chan koj xnuk	2.885
total			1097.243

Como se puede observar en el predio bajo estudio en el área que se solicita para CUSTF se tiene una cobertura absoluta de 1097.243 m<sup>2</sup> por hectárea.

Considerando los valores estimados de cobertura absoluta por hectárea presentado anteriormente y tomando en cuenta la superficie forestal (0.234287 ha), se pueden estimar la cobertura vegetal a removerse por el CUSTF que se solicita y que pueden observarse en la tabla siguiente:

**Tabla 2.14.** Cobertura absoluta para la superficie considerada como forestal (0.234287 ha) del predio bajo estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	COBERTURA ABSOLUTA (M <sup>2</sup> )
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Julub	110	8.187
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw. var. <i>angustifolia</i>	Ch'elem	421	31.616
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima</i> (Mart.) Chodat & Hassl.	Sak mul	282	8.862
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Lirio k'aax	14	1.615
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	10	0.003
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook	555	17.424
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	K'an tumbuub	110	3.530
Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Apazote xiw	5	0.150
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw	96	3.004
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Chal che'	10	0.676
Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukiil	292	11.003
Bataceae	<i>Batis maritima</i> L.	Alambrillo	191	6.008
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schul.	Tabaquillo	10	2.441
Cactaceae	<i>Acanthocereus tatragonus</i> (L.) Hummelinck	Xnumtsuytsuy	110	7.398

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	COBERTURA ABSOLUTA (M <sup>2</sup> )
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	24	1.202
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose. ssp. <i>donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer.	Koj kaan	10	0.526
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	77	8.412
Capparaceae	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) H.H. Iltis & X. Cornejo. ssp. <i>yucatanensis</i> (Lundell) Iltis	Bojk'anche'	14	0.945
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz.	ND	43	4.431
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	53	2.028
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Campanilla	10	0.469
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Tso'ots' aak'	5	0.244
Euphorbiaceae	<i>Croton flavens</i> L.	Ek' balam	10	0.939
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	134	7.242
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	Ch'iin took'	5	0.338
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i> Mur.	Jobon xiiw	5	0.338
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	10	1.277
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i> L.	K'an le' kay	57	2.054
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	368	26.421
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo	14	0.770
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	220	28.349
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up	24	3.643
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Bisil	19	1.690
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil	24	0.751
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok	57	2.873
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	14	0.451
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk	660	21.630
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene. var. <i>spicata</i>	Baakel aak'	349	10.965
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Ni' che'	48	7.595
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i> Sw.	ND	24	2.478
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	43	0.968
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	Pats'il	24	2.717
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.)	Chak sik'iix le'	72	7.886

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	COBERTURA ABSOLUTA (M <sup>2</sup> )
	<i>B. Ståhl &amp; Källersjö.</i>			
Verbenaceae	<i>Lantana camara L.</i>	Mo'ol peek	62	4.844
Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides L.</i>	Chan koj xnuk	10	0.676
total			4700	257.070

Como puede apreciarse en la tabla anterior, en el área considerada como forestal dentro del proyecto que nos ocupa, se estimó que existe para todas las especies identificadas 4,700 individuos de plantas con una cobertura absoluta de 257.070 m<sup>2</sup>.

### COBERTURAS Y ABUNDANCIAS POR ESPECIE Y POR PREDIO

Considerando que poligonal bajo estudio se compone por 2 predios se presenta la siguiente tabla en donde se puede observar las respectivas áreas de afectación por CUSTF.

**Tabla 2.15.** Conjunto de predios en los que se pretende realizar el CUSTF.

PREDIO	POLÍGONO CUSTF	SUPERFICIE CUSTF	
		m <sup>2</sup>	Ha
TABLAJE 5035	1	491.23	0.049123
TABLAJE 5036	2	688.31	0.068831
TABLAJE 5037	3	667.67	0.066767
TABLAJE 5038	4	495.66	0.049566
		<b>2,342.87</b>	<b>0.234287</b>

## II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

### Estimación económica de las especies y variedades de plantas.

El área donde se pretende llevar a cabo el presente proyecto se encuentra cubierto por vegetación secundaria derivada de duna costera como se ha comentado en capítulos siguientes; los recursos biológicos que pueden aprovecharse en la misma, son clasificados como forestales no maderables, su uso son de diversa naturaleza y características, tales como hojas, tallos, bulbos, etc. Algunas de las especies registradas tienen usos ornamentales como es caso de las especies *Agave angustifolia*, *Acanthocereus tetragonus*, *Opuntia stricta*, *Coccoloba uvifera* y *Malvaviscus arboreus*. Otras especies son utilizadas en la reforestación de áreas costeras como *Caesalpinia vesicaria* y también *Coccoloba uvifera*.

Para la estimación económica de las variedades de plantas se tomó en cuenta el valor de las especies vegetales para su venta como especies ornamentales y/o para reforestación en ambientes costeros.

**Tabla 2.16.** Número de individuos, precio unitario y precio total por especie para la superficie considerada como forestal (0.234287 ha) del predio bajo estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS EN EL ÁREA DE CUSTF	COSTO UNITARIO	TOTAL (\$)
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Julub	110	5	550
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw. var. <i>angustifolia</i>	Ch'elem	421	5	2104
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima</i> (Mart.) Chodat & Hassl.	Sak mul	282	5	1411
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Lirio k'aax	14	0	0
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	10	15	143
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch'kook	555	15	8320
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	K'antumbuub	110	20	2199
Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Apazote xiw	5	10	48
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiw	96	30	2869
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Chal che'	10	20	191
Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukiil	292	15	4375
Bataceae	<i>Batis maritima</i> L.	Alambrillo	191	25	4781
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schul.	Tabaquillo	10	15	143
Cactaceae	<i>Acanthocereus tatragonus</i> (L.) Hummelinck	Xnumtsuy	110	1	110
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	24	30	717
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose. ssp. <i>donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer.	Koj kaan	10	30	287
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuché	77	5	383
Capparaceae	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) H.H. Iltis & X. Cornejo. ssp. <i>yucatanensis</i> (Lundell) Iltis	Bojk'anche'	14	5	72
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz.	ND	43	0	0
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	53	10	526
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Campanilla	10	5	48
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Tso'ots'aak'	5	10	48
Euphorbiaceae	<i>Croton flavens</i> L.	EK'	10	5	48

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS EN EL ÁREA DE CUSTF	COSTO UNITARIO	TOTAL (\$)
		balam			
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuun	134	5	669
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	Ch'iin took'	5	5	24
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i> Mur.	Jobon xiiw	5	5	24
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	10	15	143
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i> L.	K'an le' kay	57	10	574
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	368	5	1841
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo	14	5	72
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	220	20	4399
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up	24	5	120
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Bisil	19	5	96
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil	24	5	120
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túbok	57	5	287
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	14	1	14
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk	660	1	660
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene. var. <i>spicata</i>	Baakel aak'	349	1	349
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Ni' che'	48	10	478
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i> Sw.	ND	24	5	120
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	43	5	215
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	Pats'il	24	5	120
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le'	72	5	359
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Mo'ol peek	62	1	62
Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i> L.	Chan koj xnuk	10	1	10
	<b>TOTAL</b>		<b>4700</b>	<b>406</b>	<b>40,125</b>

Si los individuos de las especies vegetales se comercializaran como especies ornamentales y/o para reforestación en ambientes costeros se tendría un valor aproximado de **\$40,125 pesos**.

**VALOR DE LOS RECURSOS (PLANTAS) FORESTALES.** En resumen los productos forestales derivados del CUSTF representan un valor estimado de **\$40,125** distribuido como puede apreciarse en la tabla siguiente.

**Tabla 2.9.** Resumen de productos maderables posibles de obtener y valores estimados.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO (\$)
Plantas utilizadas para fines de ornato y reforestación de ecosistemas costeros	<b>40,125</b>
<b>SUMA</b>	<b>40,125</b>

### Estimación económica de las especies y variedades de animales

En el proyecto que se presenta no se tiene programado el aprovechamiento de la fauna silvestre, debido a que esta será ahuyentada temporalmente o reubicada del sitio donde se desarrollará el proyecto, por lo cual se hará una estimación de su valor en función a una densidad estimada de individuos en la superficie considerada como forestal.

Se parte de los ejemplares de fauna silvestre reportados como avistados en los sitios de muestreo, estimando un número posible en función de la superficie considerada como forestal (0.234287 ha), información que puede observarse en la Tabla siguiente.

Los valores otorgados a los ejemplares son estimativos y obedecen a precios que se otorgan a especies similares en las tiendas de mascotas.

**Tabla 2.10.** Estimación económica de la fauna silvestre observada en el predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NO. IND. OBSERVADOS	NO. IND. PROBABLES	COSTO POR IND. (\$)	TOTAL (\$)
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	lagartija escamosa pintas amarillas, Merech	5	20	30	600.00
<i>Holcosus undulata</i>	Ameiva metálica o arcoiris, Yax merech	3	15	40	600.00
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco, Merech rayado	3	20	20	400.00
<i>Zenaida asiatica</i>	lagartija escamosa pintas amarillas, Merech	11	30	10	300.00
<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	6	14	20	280.00
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	1	10	50	500.00
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	3	13	70	910.00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	5	15	50	750.00
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	3	15	50	750.00
<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco	2	10	35	350.00
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	2	10	35	350.00
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	5	10	40	400.00
<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	3	15	20	300.00

<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azulgris	4	10	40	400.00
<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	3	20	30	600.00
<i>Mimus gilvus</i>	Zenzontle tropical	9	20	20	400.00
<i>Setophaga erithacorides</i>	Chipe de manglar	1	10	20	200.00
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	3	16	40	640.00
					<b>8,730.00</b>

A.

Si se vendieran los ejemplares considerados en la tabla anterior, se obtendrían aproximadamente \$8,730.00 por concepto de fauna silvestre.

### ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES DE MICROORGANISMOS.

**DE INTERÉS GENERAL.** México es un país megadiverso, se considera que es uno de los cinco países con mayor diversidad biológica en el mundo. A pesar de la enorme importancia biológica y ecológica que tiene el caracterizar la diversidad biológica nativa en nuestro país, y a pesar de que los microorganismos son los organismos más abundantes en la tierra, y a pesar de la enorme relevancia de su participación en el funcionamiento de cualquier ecosistema.

Por su posición clave en los niveles tróficos de los ecosistemas, su participación central dentro de los ciclos biogeoquímicos, y sus interacciones con el resto de los seres vivos, el papel de los microorganismos para mantener el equilibrio de los ecosistemas es fundamental. Así, para la comprensión del funcionamiento de un ecosistema, es obvia la necesidad de integrar a los microorganismos como un componente esencial.

En el caso del suelo, el papel de los microorganismos es central ya que suministran los compuestos inorgánicos para que las plantas superiores puedan utilizarlos (ciclos del nitrógeno, carbono, fósforo y azufre), y contribuyen a la continua descomposición y mineralización de la materia orgánica en putrefacción. Esta actividad de los microorganismos descomponedores es fundamental para permitir el reciclaje de materia orgánica fijada en las plantas superiores, además ellos mismos se incorporan al detritus. Además, son indispensables para la descomposición de materia orgánica en ausencia de aire y para la fijación de CO<sub>2</sub> en condiciones de metanogénesis, lo que determina cambios globales importantes en los niveles de oxidación del material orgánico en ambientes anóxicos.

No obstante a lo anterior, la caracterización de la biodiversidad en México se ha realizado principal y casi exclusivamente en cuanto a su flora y fauna, mientras que la riqueza biológica y genética microbiana nativa de nuestros ecosistemas ha sido poco descrita (Herrera-Castellanos, 2007<sup>1</sup>).

De hecho, la fracción de los microorganismos conocidos y estudiados, respecto a los existentes en los muy diversos hábitats de nuestro planeta, es extremadamente pequeña. Esto se debe a que la mayoría de los microorganismos más ampliamente estudiados lo han sido principalmente por razones antropocéntricas (microorganismos patógenos o microorganismos de aplicación industrial, farmacéutica o agronómica); ya que los microorganismos estudiados solo son aquéllos que pertenecen al grupo de microorganismos aislables y cultivables por los métodos microbiológicos de laboratorio tradicionalmente utilizados. Sin embargo, la gran mayoría de los microorganismos no son

<sup>1</sup> Herrera-Estrella A. y F. Castellanos (2007). Análisis metagenómico de la microbiota edáfica de la reserva de la biósfera de Calakmul. Ide@s CONCYTEG. 29:802-823.

cultivables, por lo que los análisis de diversidad microbiana basados en el aislamiento y cultivo de las especies nativas han descrito de forma muy limitada las comunidades microbianas nativas.

***Como se puede observar en México existe un conocimiento mínimo de la microbiota existente en ecosistemas, tales como las dunas costeras, selvas y manglares, y por consiguiente, es de suma importancia estudiarlas para conocer la riqueza biológica, genética y económica de estos componentes preponderantes en la vida de estos ecosistemas.***

**DE INTERÉS CIENTÍFICO.** Justamente por la carencia de información de la microbiota de los diferentes hábitats de México ha llevado a la comunidad científica del país a la aplicación de metodologías de biología molecular e ingeniería genética, con fines de minimizar el rezago en conocimiento de este tipo de microorganismos.

El estudio de la diversidad microbiana nativa de diferentes hábitats, mediante abordajes moleculares como la secuenciación de RNAs ribosomales (rRNAs), han permitido la detección de especies microbianas no cultivables, y han conducido a la conclusión de que menos del 1% del total de los microorganismos presentes en el ambiente son cultivables (del 0.3% en el caso del suelo (Torsvik, 1990)).

Por otro lado, Los análisis metagenómicos han conducido desde la identificación de novedosos biocatalizadores con potencial biotecnológico (e.g. Rondon et al., Uchiyama et al, 2005), hasta la identificación de numerosas especies (filotipos) nuevos y más de un millón de nuevos genes (Acinas et al., 2004, Venter et al., 2004), el ensamble de genomas enteros incluso de microorganismos no cultivables, la caracterización de la estructura de las comunidades microbianas en ambientes extremos y la caracterización de perfiles metabólicos de la microbiota de ambientes complejos (Tyson et al., 2004; Green et al., 2005).

Un amplio y no previamente imaginado horizonte para estudios de ecología microbiana y la caracterización de su riqueza genética, se extiende a raíz de la aplicación de este nuevo tipo de abordaje metagenómico.

***Como se puede ver al utilizar herramientas de este tipo es obvio el interés científico acerca de este grupo de microorganismos, cuya última finalidad de su hallazgo es la utilización para muy diversos fines tales como de conocimiento y aplicaciones biotecnológico, en las áreas de la medicina, agricultura, industria, etc.***

**DE INTERÉS BIOTECNOLÓGICO.** De acuerdo a la literatura basada en aislamientos microbiológicos tradicionales, la mayor parte de las bacterias del suelo son heterotróficas, siendo los más comunes los bacilos esporulados, actinomicetos, y en la rizósfera especies de los géneros *Rhizobium* y *Pseudomonas*. En más recientes estudios moleculares y metagenómicos, se han logrado detectar la presencia de Acidobacterias, bacterias Gram-positivas de bajo contenido en GC, Cytophagales, o géneros como *Janthinobacterium*, *Xhantomonas* y *Microbulbifer* (Rondon et al., 2000; Voget et al., 2003; Green et al, 2005).

Desde el punto de vista biotecnológico se han estado realizando estudios a nivel laboratorio con fines de conocer las verdaderas potencialidades de ciertos microorganismos para usos futuros a gran escala y de forma comercial. Entre algunos de los organismos que se están estudiando se pueden mencionar a los siguientes:

**Glomus spp** que se utilizó para inocular especies para reforestación en la Reserva del Eden en Quintana Roo (Allen *et al.*, 2003<sup>2</sup>).

**Glomus intraradices** y **Azospirillum brasilense**, que se utilizaron para inocular plantas de Maiz en Yucatán (Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria, 2006<sup>3</sup>).

**Estos dos ejemplos de estudios solamente han quedado en estudios de ciencia básica y aplicada a pequeña escala, sin una trascendencia importante que termine en un producto o paquete tecnológico con un valor productivo y económico.**

**DE INTERÉS COMERCIAL.** Universidades y centros de investigación en todo el mundo han realizado estudios con microorganismos para usos de la ciencia y los aspectos biotecnológicos. Como ejemplos de estos son lo que se mencionan a continuación:

- ✓ **Soley Biotechnology Institute** ha producido y pone al alcance de la sociedad agronómica productos, tales como:

**Bioactive Soil Neutralizer: (Soil Acidity/Alkalinity Regulator):** Regula y estabiliza el nivel de pH del suelo entre 6.5-7.5, puede activarse cerca de 2 años, incrementa la fijación de nitrógeno del suelo, se requiere pequeñas cantidades para grandes extensiones (1gr para 1m<sup>2</sup>), contiene una mezcla y consorcio bacteriano, es nocivo para el ambiente, reduce la absorción de metales pesados.

La mezcla o consorcio bacteriano contiene en forma de esporas a: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*.

El precio de este producto en el mercado es de **76 USD/kg (\$ 927 /Kg).**

**Disponible:** <http://www.soley.cn/products/bioactive-soil-neutralizer.html>.

- ✓ **Natural Resource Group Inc** ha producido diversos productos para diferentes fines, tales como los siguientes:

**Biotecnología Agrícola.** Liquid Endo (consorcio bacteriano compuesto por 4 especies de hongos endomicorrizicos, *Glomus intraradices*, *G. aggregatum*, *G. mosseae* y *G. etunicatum*. Este producto es efectivo para incrementar la habilidad de las raíces para la absorción de agua, nutrientes y mayor producción de las plantas).

**Biorremediación de residuos de petróleos** Activate™ HCT (consorcio bacteriano para la degradación de petróleo y desechos orgánicos en aguas negras).

**Disponible:** <http://www.callnrg.com/agriculture.html>.

**Los 2 ejemplos anteriores dejan visualizar los conocimientos que se tiene sobre ciertos organismos tanto a nivel de laboratorio (ciencia básica), como a nivel de aplicación de campo y a escala mayor (ciencia aplicada). Solamente teniendo estos conocimientos se puede pensar en un aprovechamiento comercial de estos organismos envasados en diferentes**

<sup>2</sup> Allen B., Allen M., Egerton-Warburton L., Corkidi L. y A. Gomez-Pompa (2003). Impacts of early- and late-seral mycorrhizae during restoration in seasonal tropical forest, Mexico. *Ecological Applications*, 13(6):1701-1717.

<sup>3</sup> Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria (2006). Micorriza arbuscular (*Glomus intraradices*), *Azospirillum brasilense* y Brassinoesteroide en la producción de Maíz en suelo Luvisol. *Agricultura Técnica de México*. 32(1): 67-76.

*presentaciones y para muy diferentes fines con la agricultura, biorremediación, industria alimentaria, etc. y por ende un valor intrínseco de estos productos biotecnológicos.*

Como se puede observar estos conocimientos han sido generados por industrias extranjeras. México actualmente se encuentra en estudios de laboratorio y a escala menor (ciencia básica) para con fines de que en un futuro se pueda generar productos biotecnológicos aplicables al campo mexicano., pero por de pronto no existen estos datos para el país.

**Tabla 2.11.** Resumen de productos posibles de obtener y valores estimados de los recursos biológicos-forestales del área para CUSTF.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO (\$)
Plantas utilizadas para fines de ornato y reforestación de ecosistemas costeros	40,125
Fauna silvestre y otros organismos biológicos	8,730.00
<b>SUMA</b>	<b>48,855.00</b>

No se encontraron plantas herbáceas o arbustivas que pudiesen ser comercializadas, ni hongos u otros organismos con valor como alimento, por lo cual el valor de los recursos bióticos-forestales del área pretendida para el CUSTF (0.234287 ha) asciende a la cantidad de \$ 48,855.00 pesos.

## II.2.9 Operación y Mantenimiento

Una vez que el desarrollo inmobiliario haya comenzado a operar, se identifica que sucedan las siguientes actividades:

**Residencia y alimentación:** durante la temporada vacacional y durante todo el año, se espera la estancia tanto de los habitantes de los departamentos como posibles invitados en calidad de turistas, ya que el fin de este proyecto es la operación de un complejo de departamentos que sirvan como un sitio de segunda residencia. Se contemplan igual actividades cotidianas, tales como preparación de alimentos, uso de sanitarios, uso de servicios de aseo, zona de recreo como la palapa, piscina y acceso a la zona de playa.

**Limpieza:** diariamente se deberá realizar el servicio de limpieza de todas las áreas que conforman el proyecto, por lo que los residuos generados deberán ser almacenados en sitio específico para su posterior traslados a sitios de disposición final.

**Mantenimiento de las instalaciones:** Las actividades de mantenimiento del interior de los departamentos irán en función de las necesidades de sus propietarios. Sin embargo, se pretende realizar mantenimientos preventivos a los siguientes conceptos que conformarán el desarrollo inmobiliario en manifiesto en caso de obtener la respectiva autorización en materia de impacto ambiental, así como el cambio de uso de suelo en terrenos forestales:

**Tabla 2.12.** Periodicidad estimada de los mantenimientos.

Concepto	Periodicidad
Piscina	Diaria
Maquinaria de piscina	Mensual
Áreas verdes	Mensual
Caminos de acceso a departamentos y piscina	Trimestral
Estacionamiento	Bimestral
Fachadas exteriores de estructuras de departamentos	Trimestral
Sistema de tratamiento de agua residual	Trimestral
Luminarias	Bimestral
Palapa	Bimestral

## II.2.10 Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones

El proyecto no contempla la etapa de abandono del sitio debido a que los propietarios le darán el mantenimiento correctivo para seguir utilizando la infraestructura a través de los años y por lo que se podrá prolongar la vida útil de la misma.

### II.2.11 Programa de Trabajo

La construcción del proyecto se llevará a cabo en 24 meses. En la siguiente tabla se presenta el programa calendarizado de las actividades del proyecto.

**Tabla 2.13.** Cronograma general del proyecto.

CONCEPTO	AÑOS												AÑOS SIGUIENTES
	1						2						
	BIMESTRES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Estudios y actividades preliminares													
Rescate de flora y fauna													
Preparación del sitio (desmonte y despalme)													
Construcción de la infraestructura													
Reforestación													
Operación y Mantenimiento													

## II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

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

#### a) Clasificación de los residuos.

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

Tabla 2.14. 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>

#### b) Tipos de residuos

Los residuos a generarse por la ejecución del proyecto son de diversos tipos y cantidades, tal como se describen a continuación:

#### Etapa de preparación del sitio y construcción.

- **Sólidos**

**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 arboles de mayor tamaño serán rescatados y reubicados en las áreas verdes y de conservación.

**Material vegetal de despalle.-** Al igual que en el caso anterior, se removerán hojas y ramas así como tierra y piedras. Estas últimas serán utilizadas en el proceso constructivo del futuro inmobiliario como material de relleno o para jardinería y la vegetación para la elaboración de composta o como sustrato orgánico en las áreas verdes.

**Rechazo de la construcción.-** Durante las actividades constructivas se generan desperdicios de materiales utilizados, algunos de los cuales podrán ser aprovechados para rellenos lo que significa que no se genera en si un residuo.

**Orgánicos producto de la alimentación de empleados.-** En el diario preparado de alimentos en los comedores se generan importantes cantidades de residuos orgánicos, en su mayoría, e inorgánicos como son envases de plástico, bolsas y otros productos, mismos que serán llevados al relleno sanitario.

**Basura inorgánica derivada de los insumos de la construcción.-** Envases diversos provenientes de los empaques de los materiales de construcción utilizados. Algunos de estos residuos generalmente son separados ya que tienen valor de reciclaje como materia prima para la elaboración de láminas de cartón, entre otras cosas.

- **Gases y emisiones**

**Emisiones de maquinaria de construcción.-** Durante el proceso de operación de la maquinaria se generaran emisiones a la atmósfera de diversa composición por la combustión de hidrocarburos.

**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.

- **Líquidos**

**Aguas residuales generadas en los frentes de construcción.-** Producto de la evacuación de fluidos corporales.

- **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 deservicios 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 el proceso de 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.

**Tabla 2.15.** Residuos generados por la obra en preparación.

RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO				
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
TIPO	ORIGEN	UNIDAD	CANTIDAD	EFECTOS
Sólidos	Producto de desmontes	m <sup>3</sup> /ha	12.8	Estéticos, riesgo de incendios
	Rechazo de la construcción	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
	Basura inorgánica derivada del insumos a la construcción como son bolsas de cemento o envases diversos	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
Líquidos	Aguas residuales generadas en los frentes de construcción	gr/obrero	700	Malos olores, insectos y vectores, lixiviados
Peligrosos	Envases de aceites	lt/vehículo/mes	4	Estéticos y lixiviados

RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TIPO				
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
TIPO	ORIGEN	UNIDAD	CANTIDAD	EFEKTOS
	Aceites quemados	lt/vehículo/mes	4	Lixiviados, contaminación, estéticos
	Envases de pinturas y solventes	Piezas	3	Lixiviados, contaminación, estéticos

### Etapa de Operación.

Una vez terminadas las primeras etapas de preparación del sitio y construcción, se espera que comience a operar el proyecto, principalmente las obras motivo del presente documento, las cuales en su momento generaran sustancias contaminantes cuyo volumen irá en aumento conforme vayan en aumento las construcciones en los predios. Los principales elementos que se generarán son:

- **Sólidos**

**Residuos domésticos.-** Son aquellos compuestos por orgánicos e inorgánicos derivados del consumo de alimentos y del uso de materiales propios de las actividades humanas y operativas del proyecto de las vialidades principales del futuro desarrollo inmobiliario.

Para la recolección de dichos residuos, se instalarán en las áreas verdes botes clasificados para el depósito de la basura, de tal forma que se tenga la facilidad de la separación de los residuos en orgánicos, inorgánicos y sanitarios, facilitando su adecuada recolección y disposición final.

La recolección final de estos residuos será realizada por una empresa concesionaria del servicio que el Ayuntamiento de Progreso disponga para el área. La recolección deberá realizarse en los días y horas designadas a fin de evitar el almacenamiento de los residuos por períodos largos y evitar la acumulación de los mismos.

**Residuos industriales.** - No se espera la generación de este tipo de residuos, ya que la naturaleza del proyecto pertenece a la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario costero con fines de segunda residencia.

**Residuos sólidos urbanos.-** Estos son producto de la jardinería y desechos de los usuarios de los departamentos. Estos deberán ser manejados en forma integral, de tal forma que se garantice el aprovechamiento de orgánicos y se minimice la generación de inorgánicos.

- **Peligrosos**

**Aceites lubricantes gastados.-** El uso de vehículos provocará la generación de éstos, sin embargo no necesariamente se tendrán que disponer dentro del predio ya que su mantenimiento por lo general es realizado en talleres.

### II.2.13 Residuos

---

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

Los residuos sólidos y líquidos que resulten durante la preparación y construcción de la infraestructura, serán dispuestos en contenedores rotulados y tapados de por los trabajadores, para que estos sean dispuestos en los sitios indicados por la autoridad competente.

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

Los botes de aceite, suelo impregnado por fugas, estopas impregnadas con grasas y aceites, filtros de efectuarse algún cambio. También se espera la generación de restos de emulsión asfáltica durante la pavimentación.

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.

Durante la operación se dispondrán contenedores debidamente rotulados en diferentes puntos del polígono del proyecto, al finalizar el día estos deberán ser recogidos para su posterior traslado a un sitio de disposición final, para corroborar dicha actividad se deberá contar con las notas o facturas de la empresa que se encargue de la colecta o del almacenado final.



# CAPITULO III

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



Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



**GCA CONSULTORES**  
proveedora de soluciones



## CONTENIDO

---

III. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....	1
III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES.....	1
III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTOS ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET).....	9
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) .....	9
III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) .....	17
III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	25
III.4 Normas Oficiales Mexicanas.....	25
III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR.....	27

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

A continuación se identifica y analiza los diferentes instrumentos de planeación que ordenan las actividades de la zona donde se ubicará el proyecto con la finalidad de sujetarse a los instrumentos con validez legal y establecer su correspondencia, tales como:

#### III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos federales, como sigue:

- **LEYES Y REGLAMENTOS EN MATERIA AMBIENTAL Y FORESTAL (CAMBIO DE USO DE SUELO)**

**LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE en su Título Primero, Capítulo Cuarto, Sección “V” evaluación de impacto ambiental.**

**ART 28.-** La evaluación de 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 rebasarlos 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 ambiente. Para ello en los casos 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.-** Cambios de uso del suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

**FRACCIÓN IX.-** Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros

**Vinculación con el proyecto:** en virtud de los artículos citados con anterioridad se ha formulado el presente dictamen técnico unificado, el cual solicita la autorización en materia de impacto ambiental por las fracciones VII y IX de la ley en comento.

**REGLAMENTO LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL:**

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

**ART 5º.-** 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 industriales o de servicios en predios con vegetación forestal.....

**Q).- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros**

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

**Vinculación con el proyecto: El promovente presenta el presente documento también según lo estipulado por los incisos O y Q del REIA de la LGEEPA.**

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

**ART. 9º.-** 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 de la que se solicita autorización.....

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

- 1.- Regional o
- 2.- Particular

**ART. 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.

**Vinculación con el proyecto: En relación a los tres artículos citados con anterioridad, el promovente a formulado un dictamen técnico unificado modalidad B que engloba una manifestación de impacto ambiental modalidad particular para obtener la autorización en materia de impacto ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales así como el desarrollo de obras que afectan desarrollos sobre ecosistemas costeros; así como un estudio técnico justificativo por el cambio de la vocación natural del suelo que corresponde a vegetación forestal propia de un ecosistema de matorral de duna costera.**

**LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE** según lo señala en el Título Quinto, Capítulo primero:

**ART. 117 PRIMER PÁRRAFO** “La secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso del 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 técnico justificativos que demuestren 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”.

**Vinculación con el proyecto: En virtud del artículo citado con anterioridad se ha formulado el presente DTU modalidad B con objeto de obtener la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental, así como el respectivo cambio de uso de suelo.**

**ART. 118.-** “Los interesados en el cambio de uso del suelo de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento”.

**Vinculación con el proyecto:** El promovente realizará el depósito correspondiente por el concepto de compensación ambiental una vez que este sea estipulado por la secretaria.

**REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE en su Título Cuarto, Capítulo 2:**

**ART. 120.** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
- II. Lugar y fecha;
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

**Vinculación con el proyecto:** El promovente presenta los citados documentos con objeto de obtener la autorización correspondiente.

**ART. 121.** Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, 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.

**Vinculación con el proyecto: El DTU modalidad B presentado cumple los las fracciones señaladas en el presente artículo.**

**ART. 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.

**Vinculación con el proyecto: El promovente se da por enterado las fracciones citadas en el artículo anterior comprendiendo de esta forma el procedimiento administrativo correspondiente.**

**ART. 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.

**Vinculación con el proyecto: El promovente se da por enterado de lo dispuesto por el presente artículo referente al depósito de la compensación ambiental a fijar por parte de la Secretaría con objeto de poder obtener la pretendida autorización por la cual se somete a evaluación el presente documento.**

**ART. 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 con el proyecto: El promovente se da por enterado de lo señalado por el presente artículo.**

- **ACUERDO PARA UN TRÁMITE UNIFICADO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO (DTU).**

Con fundamento en los artículo 35BIS 3 y 109 Bis de la LGEEPA y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como 76 de la LGDFS y 127 de su Reglamento, se emitió el ACUERDO que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites relativos a las autorizaciones en materia de evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Por su parte, la Evaluación del Impacto Ambiental conforme al artículo 28 de la LGEEPA es el “... procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAT), 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 ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

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

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

Dichas obras o actividades, así como sus características, dimensiones, ubicaciones, alcances y las excepciones para cada una, se establecen en el Artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En el Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental se indican los casos en que la obra o actividad implica la presentación de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional.

En cuanto al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, los artículos 117 y 118 de la LGDFS prevén que: La Secretaría sólo podrá autorizarlo por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo...; y que “los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento...”.

El ACUERDO por el que se unifica la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la evaluación de impacto ambiental, en trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, prevé dos modalidades, la Modalidad A, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas sólo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS): Esto es, mediante esta modalidad de se evalúa únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental.

La Modalidad B, corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la, excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previstos en el artículo 117 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y cualquier otra obra o actividad del proyecto que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especie de difícil regeneración.

El ACUERDO prevé que al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, se anexará el Documento Técnico Unificado, el cual integra la información de la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades particular o regional, según sea el caso y el estudio técnico justificativo, de conformidad con lo previsto por el artículo Séptimo del mismo instrumento jurídico. Por lo que el DTU Modalidad B- Particular integra la información del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y de cualquier otra obra o actividad del proyecto, que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

Así mismo, el artículo Segundo Transitorio del ACUERDO, establece que la SEMARNAT pondrá a disposición de los interesados los instructivos para orientar la integración del documento técnico unificado, por lo que con base en el contenido del ACUERDO, así como por lo dispuesto por los artículos 12 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y el artículo 121 fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV del Reglamento de la LGDFS, se presenta el instructivo del Documento Técnico Unificado (DTU), para el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, Modalidad B-Particular, el cual tiene un carácter informativo y de orientación.

La aplicación de este instructivo no es obligatoria, el ACUERDO en su artículo Séptimo, señala la información que deberá contener el Documento Técnico Unificado que deberá acompañarse a la solicitud del trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal. Y el instructivo al que hace referencia el artículo Segundo Transitorio del ACUERDO, tiene un carácter informativo para orientar al promovente en la integración ordenada, eficiente y completa de los resultados de los estudios que hubiera realizado para evaluar el impacto ambiental de su iniciativa.

**Vinculación con el proyecto: El promovente en atención al acuerdo citado con anterioridad somete a evaluación el presente Documento Técnico Unificado en su modalidad B, con objeto de obtener las autorizaciones en materia de impacto ambiental correspondientes.**

#### **LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES:**

**ARTÍCULO 119.-** Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará:

I.- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba;

**Vinculación con el proyecto: Se conservará la faja de 20 metros que comprende el área federal marítimo terrestre.**

De la **LEY DE AGUAS NACIONALES**:

Así mismo, en caso de requerirse agua de pozo para la obra el **ART. 42.** que señala la necesidad de permiso para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo en las zonas reglamentadas o de veda decretadas por el Ejecutivo Federal, incluso las que hayan sido libremente alumbradas, requerirán de:

- I. Concesión o asignación para su explotación, uso o aprovechamiento;
- II. Un programa integral de manejo por cuenca y acuíferos a explotar y
- III. Permisos para las obras de perforación, reposición o nueva localización de pozos, o demás modificaciones a las condiciones de aprovechamiento, que se realicen a partir del decreto de veda o reglamentación. Las concesiones o asignaciones se sujetarán a los requisitos que establecen los Artículos 21 y 21 bis de esta Ley.

**Vinculación con el proyecto: Se solicitarán los permisos necesarios para el aprovechamiento del agua que será utilizada durante la operación del proyecto.**

**REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES:**

**ART. 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.

**ART. 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 con el proyecto: Durante las actividades de CUSTF y la etapa de construcción se implementará una supervisión permanente para evitar la contaminación del manto freático con residuos de cualquier tipo y descargas de aguas residuales de los sanitarios portátiles.**

**LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (LGPGIR):**

**ART. 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.

**ART. 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.

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

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

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

**ART. 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.

**ART. 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 con el proyecto:** En los procedimientos 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.

**Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos peligrosos, particularmente restos de aceite y filtros de aceite, residuos de pintura, así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias. Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos.**

#### **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (RLGPGIR):**

**ART. 46.** Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

- I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen.
- II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles ni con residuos peligrosos reciclables.
- III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico.
- IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos.
- V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación los Residuos Peligrosos.
- VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice.
- VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos.
- VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones.

**Vinculación con el proyecto:** 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.

De manera general, el proyecto dará cabal cumplimiento a todos los preceptos legales relacionados a la gestión en materia ambiental y forestal a través de un trámite unificado. Asimismo la promotora seguirá la Guía o Instructivo propuesto por la SEMARNAT con la finalidad de presentar una integración ordenada, eficiente y completa de los resultados obtenidos de la evaluación del impacto ambiental.

Por el motivo antes mencionado se presenta el **Documento Técnico Unificado** en su **Modalidad B-Particular** para su evaluación, dictaminación y resolución.

## III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTOS ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

### III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY)

Existe un Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Yucatán, el cual es un instrumento de planeación, siendo su objetivo 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.

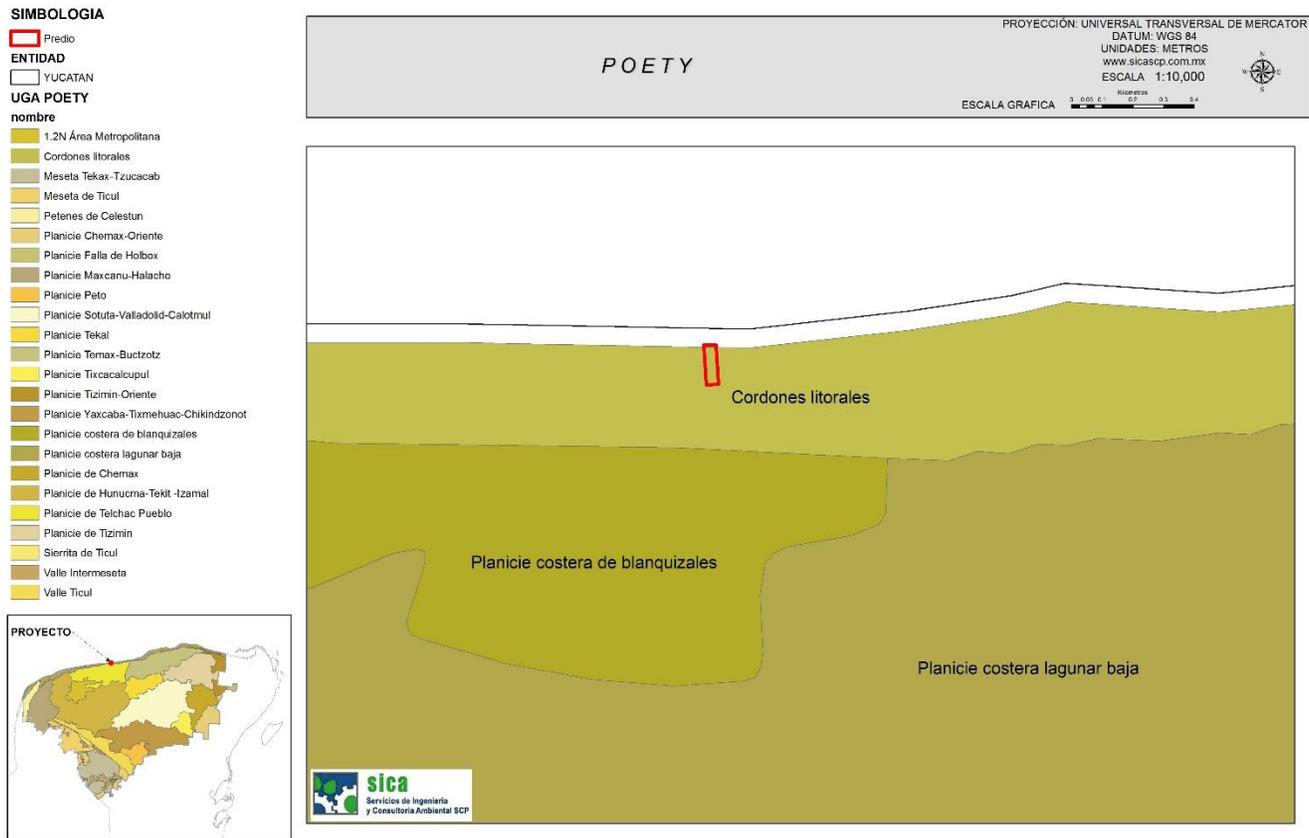
El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) es un instrumento de planeación jurídica, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el 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 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 importante 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 y sobre todo de la distinta conformación del terreno natural de la zona.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial, el área de estudio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) denominadas **1A.- Cordones litorales**, la cual es una planicie costera de cordones litorales, playas arenosas y dunas, < 5 m de altura snm; relieve plano y ligeramente ondulado (0-0.2 grados de pendiente) formado por acumulación de arena, sobre depósitos cuaternarios de origen marino con desarrollo de dunas y playas, suelos regosoles incipientes; vegetación de dunas costeras, plantaciones de coco y asentamientos humanos.

En la siguiente figura se presentan la ubicación del predio con respecto al POETY, y más adelante se presenta una tabla donde se esquematizan los usos y las políticas para esta UGA.



**Figura 3.1.** Localización del predio en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.

**Tabla 3.1.** Política principal en la UGA 1A.- Cordones litorales.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL POETY					
Clave	Nombre	Sup. km2	Localidades	Política	Uso principal
1A	Cordones litorales	55.43	18	Protección	Conservación de Ecosistemas de la zona costera

**Tabla 3.2.** Tipos de usos del suelo en la UGA 1A.- Cordones litorales.

<b>USOS</b>	
<b>Predominantes</b>	Conservación de ecosistemas de la zona costera.
<b>Compatibles</b>	Turismo alternativo y de playa.
<b>Condicionados</b>	Asentamientos humanos, extracción de sal, infraestructura básica y de servicios.
<b>Incompatibles</b>	Industria de transformación, extracción de materiales pétreos.
<b>Políticas</b>	P – 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15. C – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13. A – 7, 8, 10, 12, 17, 18, 19. R – 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

*Como se puede ver en la tabla anterior el proyecto se ajusta a lo estipulado por el POETY, toda vez que su fin consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario (asentamiento humano de uso condicionado) con fines de turismo de playa (uso compatible). De igual forma es importante mencionar que el proyecto considera un área de amortiguamiento la cual permanecerá con el suelo y la vegetación natural lo contribuirá al uso predominante de Conservación de ecosistemas de la zona costera.*

A continuación se realiza un análisis de cada una de los criterios y recomendaciones de las políticas contenidas para la **UGA 1A.- Cordones litorales**.

- **Criterios de PROTECCIÓN (P)**

<b>PROTECCIÓN</b>		
<b>Criterios y recomendaciones de manejo</b>		<b>VINCULACIÓN</b>
1	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	<i>NO APLICA, el presente proyecto se refiere a la construcción de un desarrollo inmobiliario, por lo que no se realizarán actividades agrícolas o pecuarias de ningún tipo.</i>
2	Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.	<i>El proyecto en comento trata sobre un desarrollo inmobiliario compatible con el sitio, por lo que se podrán generar empleos y realizar actividades que contribuyan al desarrollo socioeconómico de la población cercana.</i>
4	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.	<i>La población actualmente no cuenta con una educación ambiental adecuada, por lo que en el polígono del proyecto se puede observar desechos urbanos. Sin embargo, de obtenerse las autorizaciones pertinentes, estos desechos serán removidos y llevados a un sitio de disposición final autorizado.</i>
5	No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológicoinfecciosos.	<i>NO APLICA. El presente proyecto no pretende realizar actividades las cuales confíen algún tipo de desecho de este tipo mencionado en el</i>

<b>PROTECCIÓN</b>	
<b>Criterios y recomendaciones de manejo</b>	<b>VINCULACIÓN</b>
	<p><i>presente criterio.</i></p> <p><i>Los desechos urbanos que se generen deberán ser depositados en contenedores que serán dispuestos en puntos estratégicos del centro turístico para que posteriormente sean trasladados a un sitio de disposición final autorizado.</i></p>
6	<p>No se permite la construcción a menos de 20 mts. de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.</p> <p><i>De acuerdo a los recorridos realizados dentro del polígono del proyecto, así como en las zonas de influencia directa no se registró ningún cuerpo de agua.</i></p>
7	<p>La construcción de cualquier obra deberá respetar el límite federal, proteger las playas, línea costera, y dunas que la rodean, así como la vegetación en buen estado de conservación.</p> <p><i>El polígono del proyecto no se encuentra dentro de una zona federal. Se realizó un plano topográfico para la identificación de la zona federal marítimo terrestre así como para la identificación del primera duna costera con la finalidad de no afectar dichas zonas (Ver anexo 2, planos)</i></p>
8	<p>No se permite la construcción de edificaciones en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén reconocidas dentro de las áreas de alto riesgo en los Ordenamientos Ecológicos locales y regionales.</p> <p><i>De acuerdo a los recorridos realizados así como a los planos topográficos del polígono del proyecto, este no se encuentra en una zona inundable, ni se registraron especies de manglares dentro de la misma.</i></p>
9	<p>No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.</p> <p><i>Durante las actividades de preparación del sitio se utilizara maquinaria para la remoción de la vegetación, debido a esta actividad se generan residuos vegetales, los cuales deberán ser trozados y distribuidos en las áreas de conservación del proyecto como abono.</i></p> <p><i>Dicho lo anterior no se efectuara ninguna actividad que implique la quema o uso de herbicidas que pudiesen ocasionar un impacto grave al ambiente.</i></p>
10	<p>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.</p> <p><i>NO APLICA. El presente proyecto no pretende ser un depósito de algún tipo de combustible, sin embargo se tendrán los cuidados necesarios cuando la maquinaria necesaria para los trabajos este dentro del predio.</i></p>
12	<p>Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.</p> <p><i>El presente proyecto contempla una superficie de Área de Conservación de 3,744.12 m<sup>2</sup> , la cual permanecerá con la vegetación y suelos naturales únicamente se realizaran trabajos de poda y limpieza para darle una mejor vista al</i></p>

<b>PROTECCIÓN</b>		
<b>Criterios y recomendaciones de manejo</b>		<b>VINCULACIÓN</b>
		<i>centro turístico, sin embargo estas zonas al permanecer con esta vegetación podrán ser utilizadas por la fauna silvestre presente.</i>
13	No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	<i>El proyecto se encuentra en un corredor biológico de importancia, sin embargo, el polígono del proyecto se encuentra dentro de un área urbanizada, y teniendo en cuenta las medidas de mitigación y compensación que se llevaran a cabo, se considera que no se afectaran los ecosistemas que protegen.</i>
15	No se permite el pastoreo y la quema de vegetación en las dunas costeras.	<i>NO APLICA. El proyecto es un desarrollo inmobiliario, por lo que en ningún momento se considerara realizar alguna actividad relacionada con la ganadería que pudiese impactar las dunas costeras.</i>

- **Criterios de CONSERVACIÓN (C)**

<b>CONSERVACIÓN</b>		
<b>Criterios y recomendaciones de manejo</b>		<b>VINCULACIÓN</b>
1	Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	<i>El presente proyecto con la finalidad de disminuir la perdida de suelo y cobertura vegetal, pretende mantener un área de amortiguamiento con la vegetación y suelo natural, donde únicamente se podrán realizar actividades de limpieza y poda para darle una mejor vista al centro turístico.</i>
2	Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	<i>El presente proyecto con la finalidad de disminuir la perdida de suelo, cobertura vegetal y la erosión que podría producirse, pretende mantener un área de conservación con la vegetación y suelo natural, donde únicamente se podrán realizar actividades de limpieza y poda para darle una mejor vista al desarrollo inmobiliario.</i>
3	Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	<i>No se utilizaran especies exóticas, en determinada situación en alguna de las áreas verdes del proyecto podrían plantarse especies endémicas de la región únicamente de ser requerido.</i>
4	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,	<i>El presente proyecto contempla la permanencia de áreas de conservación las cuales permanecerán con la vegetación y suelo natural, con la finalidad de proteger el ecosistema presente en el polígono del</i>

<b>CONSERVACIÓN</b>		
<b>Criterios y recomendaciones de manejo</b>	<b>VINCULACIÓN</b>	
	amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	<i>proyecto. De igual forma se considerara un programa de rescate de flora y fauna, el cual será llevado durante toda la construcción para el caso de flora, donde se reubicaran las especies que se consideren como vulnerables o en alguna categoría de riesgo. Para el caso de la fauna silvestre se realizara un programa de rescate y reubicación para la especies de lento desplazamiento.</i>
5	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.	<i>NO APLICA. El presente proyecto se refiere a la construcción de un desarrollo inmobiliario.</i>
6	Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	<i>Se presenta en el anexo 8 el estudio de capacidad de carga del presente proyecto.</i>
7	Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	<i>Debido a que durante la operación del proyecto se generan residuos por los visitantes que lleguen a los departamentos, en el anexo 5 se presenta el procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.</i>
8	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	<i>El material producto sobrante de la construcción podrá ser almacenado temporalmente en las áreas autorizadas del proyecto, sin embargo estas deberán ser trasladadas a un sitio de disposición final de estos residuos autorizado.</i>
9	Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	<i>NO APLICA. El presente proyecto no trata sobre la construcción de vías de comunicación.</i>
10	El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	<i>NO APLICA. El presente proyecto no trata sobre la construcción de vías de comunicación.</i>
11	Para la ubicación de infraestructura sobre las playas y dunas, se debe establecer una zona de restricción de construcción, basada en un estudio de procesos costeros de la zona de acuerdo a los Ordenamientos Ecológicos regionales y locales.	<i>La delimitación del proyecto fue realizada en base a los límites federales marítimos terrestres, por lo que el polígono del proyecto no ocupara espacio de dunas o playas.</i>
13	Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	<i>NO APLICA. El presente proyecto no tiene como objetivo llevar a cabo esta actividad, sin embargo, el proyecto contempla la permanencia de áreas de conservación donde permanecerá con vegetación y suelo natural, con la finalidad de proteger el ecosistema presente en el polígono del proyecto.</i>

• Criterios de APROVECHAMIENTO (A)

APROVECHAMIENTO		
Criterios y recomendaciones de manejo	VINCULACIÓN	
7	Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	<i>NO APLICA. No se realizarán actividades de este tipo.</i>
8	En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	<i>NO APLICA. El proyecto no realizará actividades pecuarias.</i>
10	Permitir las actividades de pesca deportiva y recreativa de acuerdo a la normatividad vigente.	<i>NO APLICA. No se realizarán actividades de este tipo.</i>
12	Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	<i>Los materiales utilizados para la construcción serán únicamente los permitidos para la región.</i>
17	No se permite la ganadería extensiva en dunas, sabanas, selvas inundables, manglares salvo previa autorización de la autoridad competente.	<i>NO APLICA. No se realizarán actividades de ganadería para el presente proyecto.</i>
18	Permitir la extracción de arena en sitios autorizados exclusivamente para programas y proyectos de recuperación de playas. Para otros fines, deberá de contarse con la autorización de las autoridades competentes.	<i>NO APLICA. El objetivo del presente proyecto se refiere</i>
19	No se permite la construcción de espigones, espolones o estructuras que modifiquen el acarreo litoral salvo aquellas que se sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.	<i>No se realizará ninguna construcción dentro al zona marítima que modifique o afecte el acarreo litoral.</i>

• **Criterios de RESTAURACIÓN (R)**

<b>RESTAURACIÓN</b>		
<b>Criterios y recomendaciones de manejo</b>		<b>VINCULACIÓN</b>
1	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	<i>NO APLICA. El presente proyecto no realizará ninguna actividad agrícola o agropecuaria.</i>
3	Restaurar las áreas de extracción de sal o arena.	<i>NO APLICA. El polígono del proyecto no se encuentra dentro de un área de extracción de sal.</i>
4	Promover la recuperación de la dinámica costera y acarreo litoral.	<i>NO APLICA. El proyecto no realizará actividades constructivas dentro de la zona marítima.</i>
5	Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	<i>Dentro del polígono del proyecto se consideran la permanencia de áreas de conservación las cuales permanecerán con la vegetación natural, lo contribuirá a la recuperación de la cobertura vegetal de la zona.</i>
6	Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	<i>Dentro del polígono del proyecto se consideran la permanencia de áreas de conservación las cuales permanecerán con la vegetación natural, lo contribuirá a la recuperación de las poblaciones vegetales así como para la fauna silvestre.</i>
7	Promover la recuperación de playas, lagunas costeras y manglares.	<i>El presente promoverá actividades de limpieza para en la zona de playa. El sargaso que se acumule en la línea de costa será reintegrado a la zona de matorral de duna costera para aportar nutrientes cuando se degrade.</i>
8	Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	<i>El proyecto contempla la permanencia de áreas de conservación las cuales permanecerán con la vegetación y suelo natural, por lo que en estas áreas se promoverá las actividades de restauración y recuperación, con la posible plantación de especies típicas de región.</i>
9	Restablecer y proteger los flujos naturales de agua.	<i>NO APLICA. Dentro y en los alrededores del polígono del proyecto no se encuentran flujos de agua.</i>

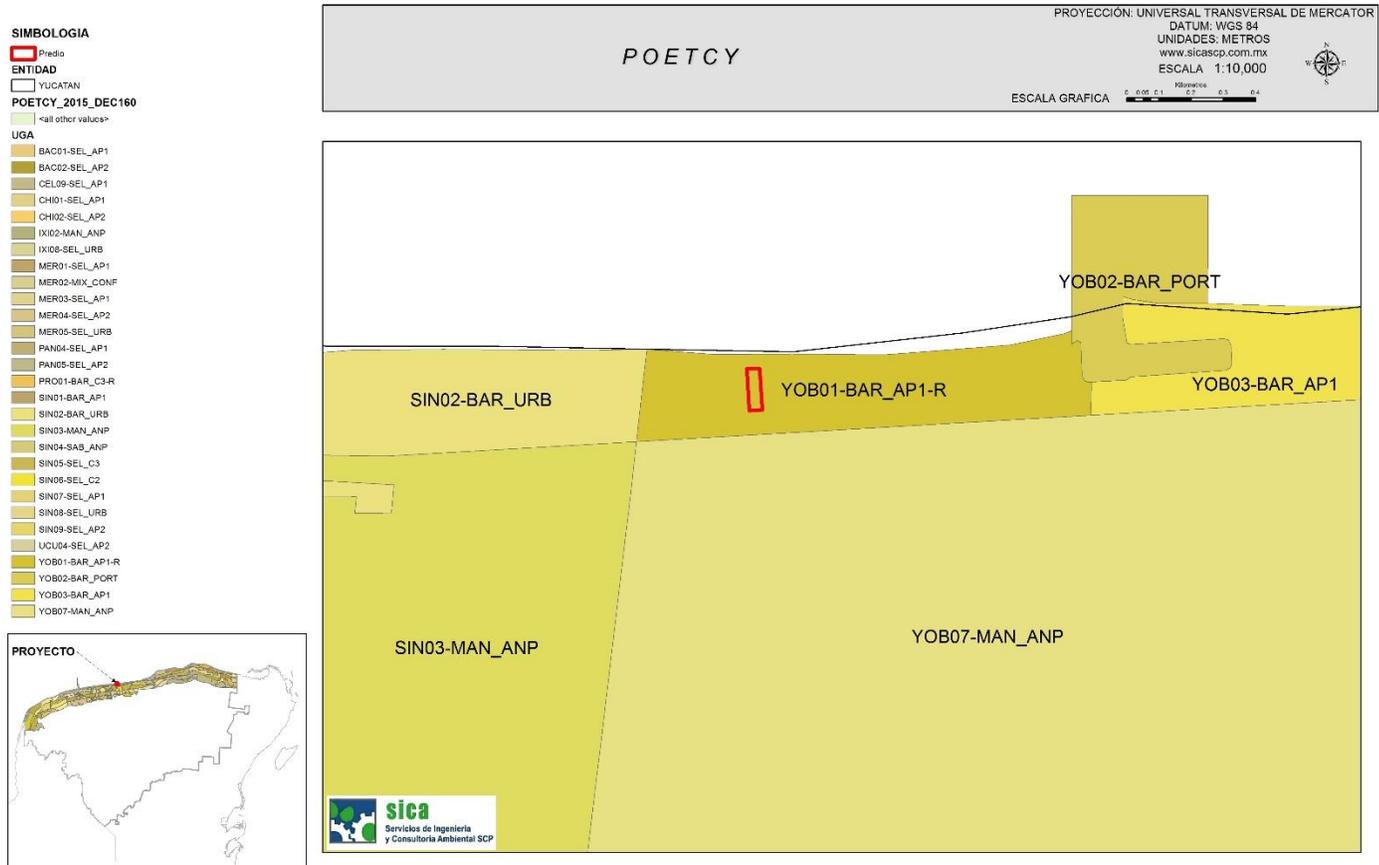
El proyecto se desarrollará dando cumplimiento a los criterios ecológicos aplicables a la UGA en cuestión y aplicando medidas preventivas y de mitigación correspondientes, con las cuales se garantizará la regeneración del sitio, la permanencia de las especies de flora y fauna presentes, el equilibrio 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.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán se elaboró bajo una aproximación interdisciplinaria y rigurosa basada en el conocimiento de los ambientes naturales, sociales y económicos marino costeros, toda vez que el papel principal en la elaboración de este ordenamiento fue asumido por la comunidad científica del Estado, lo que garantizó un análisis profundo de las problemáticas imperantes en la región costera.

Durante el análisis realizado, se determinó que el proyecto se ubica en la zona costera central del Estado de Yucatán, frente al Golfo de México, la cual se encuentra regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del estado de Yucatán, publicado en el Diario Oficial del Estado de Yucatán el 20 de marzo de 2014, como instrumento de política ambiental, específicamente en la Unidad de Gestión ambiental con clave **YOB01-BAR** con política **AP1-R**.



**Figura 3.2.** Mapa de ubicación del predio con respecto a la UGA POETCY

**Tabla 3.3.** Tabla Usos y políticas para la UGA dentro del POETCY

CLAVE	POLÍTICA	ACTIVIDADES Y USO DEL SUELO			CRITERIOS DE REGULACIÓN
		USOS ACTUALES	USOS COMPATIBLE	USOS NO COMPATIBLES	
YOB01-BAR	C3	2,22	1, 2, 3, 4, 9, 20, 21, 22, 25, 27	5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 24, 26, 28, 29	3, 5, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 24,, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 57, 59, 61, 63, 64

Esta UGA (**YOB01-BAR**) presenta las actividades, usos actuales, compatibles e incompatibles siguientes:

USOS ACTUALES	
2	Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
22	Turismo segunda residencia.

USOS COMPATIBLE	
1	Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.
2	Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
3	Apicultura.
4	Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.
9	Agricultura de plantaciones perennes (Henequén, Coco, Frutales)
20	Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva en mar o ría, observación de aves, fotografía, acampado).
21	<b>Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).</b>
22	<b>Turismo segunda residencia.</b>
25	Comercio y servicios.
27	Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.

USOS NO COMPATIBLES	
5	Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.
6	Acuicultura artesanal o extensiva.
7	Acuicultura industrial o intensiva.
8	Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.
10	Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).
11	Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.
12	Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
13	Extracción artesanal de sal o artemia.
14	Extracción industrial de sal.
15	Extracción de arena.
16	Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.
17	Extracción industrial de piedra o sascab.
18	Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.

<b>USOS NO COMPATIBLES</b>	
19	Industria en general.
24	Campos de golf.
26	Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.
28	Aprovechamiento forestal maderable y no maderable.
29	Industria eoloeléctrica.

Como se observa en el listado anterior, la naturaleza del proyecto en comento es ambientalmente compatible ya que esta corresponde a un desarrollo inmobiliario que afecta un ecosistema costero que cae dentro de la categoría de Turismo alternativo del tipo vivienda multifamiliar (departamentos) y Turismo segunda residencia (algunos departamentos serán habitados por sus dueños en posibles periodos vacacionales).

A continuación, se presenta la tabla de los criterios ecológicos aplicables a la UGA YOB01-BAR en la cual queda inmerso el proyecto:

**Tabla 3.4.** Criterios ecológicos aplicables a la UGA YOB01-BAR.

<b>CRITERIOS DE REGULACIÓN</b>		<b>VINCULACIÓN</b>
2	Dada la aptitud de este territorio y su grado de vulnerabilidad se restringe el establecimiento de nuevas zonas para la extracción de sal, de cultivo de artemia o de acuacultura, así como la ampliación de las existentes.	<i>NO APLICA. El presente proyecto no pretende realizar actividades extractivas de ningún tipo.</i>
5	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	<i>En virtud de este criterio, el promovente se da por enterado de la restricción técnica estipulada para este criterio y la acatará en caso de requerir obtener agua vía extracción con pozos de aprovechamiento. Actualmente se pretende obtener agua por parte del suministro de la red de agua potable de la dirección de obras públicas gestionada por municipio de Sinanché.</i>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
9	<p>La extracción de arena queda supeditada a la autorización de los permisos por parte de las autoridades municipales y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, con excepción de las zonas de acumulación en las escolleras orientales de los puertos de abrigo habilitadas como bancos de préstamo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y aquellos que se encuentren en zonas federales, en cuyo caso, deberán contar con autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en aquellas que se encuentren en áreas naturales protegidas, deberán contar con la autorización de la dirección de la reserva.</p>	<p><i>NO APLICA. El presente proyecto no pretende realizar actividades extractivas de ningún tipo.</i></p>
10	<p>Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán.</p>	<p><i>NO APLICA. El objetivo del presente proyecto no es la elaboración de programas de desarrollo urbano, sin embargo el presente estudio se apegara a las condiciones y usos de suelo determinados por los diferentes programas de ordenamiento.</i></p>
11	<p>De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.</p>	<p><i>No se realizaran delimitaciones y/o construirán bardas las cuales impidan el libre flujo de la fauna.</i></p>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
12	<p>La construcción e instalación de infraestructura en zonas federales que afecten la dinámica del transporte litoral, tales como, espigones, espolones, escolleras, geotubos y bardas, que obstruyan o modifiquen los cauces principales del flujo y reflujo de marea, así como proyectos de restitución de playas, quedarán restringidas y sujetas a evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la presentación de un programa de monitoreo y mantenimiento de transporte litoral de sedimentos.</p>	<p><i>Las construcciones del presente proyecto no se construirán en zonas federal, y tampoco se consideran construcciones en zonas marítimas que pudiesen impedir el libre flujo de algún cauce (Ver plano topográfico).</i></p>
18	<p>No se permiten nuevas construcciones o expansiones de desarrollos habitacionales, turísticos o educativos en las zonas de acreción (terrenos ganados al mar) de los márgenes orientales de las escolleras de los puertos de abrigo o marinas, debido a los impactos generados al transporte litoral de sedimentos y a las necesidades de mantenimiento de este proceso.</p>	<p><i>Este criterio no aplica. El polígono del proyecto no se encuentra en los márgenes orientales de las escolleras de un puerto de abrigo o marinas, ni interferirá en las corrientes marinas.</i></p>
19	<p>Las autorizaciones de construcción de hoteles, condominios, villas, casas-habitación, desarrollos habitacionales y urbanos, piscinas, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles y calles de los predios ubicados frente a la playa requerirán de una delimitación de la zona federal marítimo terrestre y los promoventes deberán identificar en un plano topográfico la primera duna, o en su caso, la presencia de matorral costero, el cual deberá ser protegido, por lo que no nivelarán ni destruirán la primera duna y respetarán la vegetación rastrera y de matorral existente tanto en la duna como en la playa. Se exceptúa de este criterio la instalación de estructuras que no requieran de cimentación y que sean</p>	<p><i>Las delimitaciones fueron realizadas, por lo que para el presente proyecto se tomó en cuenta dicho criterio para el porcentaje de desmonte del proyecto y de esta forma no afectar zonas de importancia, conservando la primera duna. (Ver anexo 2, plano topográfico)</i></p>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
	desmontables y fácilmente removibles manteniendo la condición de protección total a la vegetación de duna presente. Estos criterios aplican también a los permisos para ampliación, remodelación, o reconstrucción de edificaciones preexistentes, los cuales también requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental.	
21	En caso de que la primera duna esté alterada o poco definida, las construcciones deben incluir trampas de arena para reconstruirla; si la vegetación está alterada, es escasa o inexistente, la obra debe incluir la reforestación con vegetación rastrera y de matorral desde la duna hasta la playa.	<i>El proyecto en manifiesto no considera la construcción de infraestructura sobre la primera duna. Así mismo se manifiesta que esta se encuentra bien definida, por lo que no se considera construirla ni realizar actividades de reforestación con fines de conservación.</i>
22	Las construcciones en la barra arenosa de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios deberán sujetarse al procedimiento del cálculo de la capacidad de carga (anexo I), se podrá exceptuar los resultados del anexo I en los predios cuya capacidad de carga sea menor que el resultado del estudio de contexto. Las construcciones se apegarán a los reglamentos de construcción municipales, en su caso. En paisajes fuera de la barra arenosa, los desarrollos de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios no requerirán del análisis del anexo I. En todos los casos se requerirán evaluaciones de impacto ambiental.	<i>El presente proyecto cuenta con un estudio de capacidad de carga acorde a las actividades que se pretenden realizar (turismo de segunda residencia y construcción-operación de un desarrollo inmobiliario que afecta a un ecosistema costero), todo esto para dar el cabal cumplimiento a las diferentes disposiciones ambientales.</i>
23	El diseño por viento de las construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de 250 km/h.	<i>En atención a este criterio se manifiesta que el promovente se da por enterado y este declara que su construcción cumplirá con el presente lineamiento técnico.</i>
24	La altura máxima de los edificios construidos en la barra arenosa dentro del área que resulte del estudio de capacidad de carga determinada por el anexo I o el estudio de contexto será equivalente a la que determine el número máximo de lotes unifamiliares	<i>En virtud de este criterio, se manifiesta que el estudio de capacidad de carga establece que la construcción a realizar puede tener más de diez niveles; sin embargo, el proyecto cuenta únicamente con cuatro.</i>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
	que pudiera establecerse en todo el predio. Se tomará como base para este cálculo lotes con una superficie mínima de 300 m <sup>2</sup> y las restricciones por concepto de vialidades o circulaciones y áreas de destino o áreas comunes.	
32	La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos motorizados, así como la realización de otras actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, áreas de anidación de tortugas marinas y la porción correspondiente a la primera duna costera, salvo en casos de inspección, vigilancia y emergencias.	<p><i>El proyecto en manifiesto no considera el uso de vehículos motorizados. Se cuenta con un camino de acceso a playa, el cual es serpenteado y está diseñado con un ancho para el tránsito de una sola persona.</i></p> <p><i>Tampoco se registra anidación de tortugas marinas en la zona. De igual forma tampoco se colocará ningún tipo de infraestructura en la zona de playa y sobre la primera duna costera, la cual es una zona de conservación.</i></p>
33	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas, durante el periodo de anidación y eclosión se debe restringir la iluminación directa al mar y a la playa durante dicho periodo.	<i>Dentro del polígono así como en las cercanías no se tiene registro de anidación de tortugas, sin embargo se tomaran las medidas necesarias si se diera el registro de anidamiento de tortugas en las zonas cercanas al proyecto.</i>
34	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas durante el periodo de anidación y eclosión, se controlará el acceso a las playas tortugueras durante dicho periodo.	<i>Dentro del polígono del proyecto así como en sus colindancias no se han registrado tortugas marinas, ni el polígono se encuentra dentro de un sitio de anidación de tortugas. Sin embargo, si llegara a registrarse alguna actividad de este tipo se tomaran las medidas necesarias, con la finalidad de proteger a dichas especies.</i>
37	Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos lagunares con el mar requerirán de evaluación en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en los términos de lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, excepto cuando tengan como finalidad el drenaje de cuerpos lagunares o charcas salineras derivados de fenómenos hidrometeorológicos severos.	<i>NO APLICA. El proyecto no pretende realizar obras hidráulicas que conecten cuerpos de agua, se trata de la construcción de dos torres de departamentos sobre un ecosistema de matorral de duna costera, en un predio sin cuerpos de agua superficial.</i>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
39	La construcción de nuevos caminos así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/o puentes en los cauces principales de agua.	<i>NO APLICA. Para el presente proyecto no se construirán nuevos caminos que requieran pavimentación, los caminos que se contemplan para el proyecto serán de arena, y estos están considerados dentro de este estudio que se presenta para su evaluación.</i>
47	Dada la vulnerabilidad y fragilidad del sitio, no se permite la construcción de campos de golf.	<i>NO APLICA. El presente proyecto se refiere a la construcción de dos torres de departamentos.</i>
59	No se permite que se realicen en playas y lagunas el mantenimiento de embarcaciones, motores, y depósitos de aceites y combustibles, lo anterior deberá hacerse adecuadamente en los refugios y puertos de abrigo de acuerdo con lo establecido en las leyes aplicables en la materia. En el caso de motobombas para la actividad salinera, los arreglos mayores se realizarán en talleres establecidos para tal efecto.	<i>NO APLICA. Para el presente proyecto no se contempla el almacenamiento de ningún tipo de embarcación, así como tampoco depósito de algún aceite o combustible.</i>
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo, especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	<i>Los residuos que sean generados durante la construcción y operación del proyecto, deberán ser almacenados temporalmente en contenedores debidamente rotulados y dispuestos dentro del polígono del proyecto, para que posteriormente sean trasladados a un sitio de disposición final autorizado.</i>
63	Los residuos de la actividad pesquera como eviscerados, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en dicha actividad, están regulados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo	<i>NO APLICA. El presente proyecto trata sobre la construcción de dos torres de departamentos con fines de segunda residencia, por lo que no realizara el vertido de ningún tipo de residuo.</i>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
	que su disposición en las playas está restringida.	
64	No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquizales.	<i>NO APLICA. El presente proyecto trata sobre la construcción y operación, por lo que no realizara el vertido de ningún tipo de material.</i>

### Conclusiones:

De acuerdo a lo establecido en el Programa de Ordenamiento del Territorio Costero del estado de Yucatán, el proyecto propuesto de **Construcción de “Residence San Crisanto”**, se ajusta a lo establecido en los usos compatibles y se manifiesta a través del análisis anterior realizado con los criterios ecológicos establecidos por este ordenamiento aplicable para la Unidad de Gestión Ambiental **YOB01-BAR**.

### III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

*El proyecto en manifiesto no se encuentra bajo la jurisdicción de ninguna Área Natural protegida, por lo que se puede concluir que el construcción y operación de este proyecto no alterará, contrapondrá reglas administrativas ni modificará ninguna de las características ecológicas de ninguna ANP.*

### 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 en la siguiente tabla.

Por lo que a continuación se realiza un análisis de la normatividad ambiental que incide directamente sobre el proyecto también se indica las actividades de prevención y atenuación según lo especificado por la norma:

#### ❖ 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 generen durante las actividades de construcción 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.*

*En caso de generarse residuos peligrosos (siempre y cuando no se exceda la categoría de microgenerador) no se almacenarán por más de seis meses, y estos serán trasladados con un prestador autorizado para su acopio y disposición final.*

#### ❖ EN MATERIA DE AGUAS RESIDUALES

**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 construcción se emplearán letrinas portátiles, a razón de 1 por cada 15 trabajadores. La limpieza de estas será responsabilidad de la empresa contratada para tal fin, la cual por ningún motivo lo realizará dentro de la obra.

*Durante la operación del proyecto se contempla la inclusión de 4 biodigestores de 7 mil litros cada uno, los cuales cumplirán con las especiaciones técnicas estipuladas por la NOM-006-CNA-1997, Fosas sépticas prefabricadas-Especificaciones y métodos de prueba.*

#### ❖ EN MATERIA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

**NOM-041-SEMARNAT-2006.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.

**NOM-045-SEMARNAT-2006.** Esta Norma establece los niveles máximos permisibles de capacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible y es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos.

**VINCULACIÓN:** Las camionetas utilizadas en obra contarán con el tarjetón de verificación vehicular respecto a la emisión de gases contaminantes. Esta norma no es aplicable a la maquinaria, aunque se verificará que la maquinaria cuente con mantenimiento periódico.

*Los camiones de volteo y la maquinaria que se utilizará para la construcción 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.*

#### ❖ EN MATERIA DE RUIDO.

**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 utilizados en obra serán objeto de mantenimiento mayor periódicamente 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 la construcción (equipo pesado).*

*Es importante mencionar que se deberá cumplir cuando menos con la Norma Oficial Mexicana NOM-080-STPS-1993 relativa a la determinación del nivel sonoro continuo equivalente, al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo, así también se considera que los niveles de ruido no rebasarán los límites máximos permisibles (68 dB(A) de las 6:00 a 22:00, 65 dB(A) de las 22:00 a 6:00) establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los Límites Máximos Permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.*

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

*Como parte de los resultados del presente estudio de impacto ambiental se obtuvieron datos acerca de la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área pretendida por la construcción del proyecto. Por lo que como parte de las acciones en la operación del proyecto se contempla el monitoreo de los ecosistemas, así mismo se contara con un Programa de monitoreo anual sobre el uso de la fauna de las áreas verdes y de conservación, que será presentado ante las autoridades ambientales.*

### III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

- **OTRAS LEYES Y REGLAMENTOS DE IMPORTANCIA.**

#### **LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.**

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

**ART. 58.-** Establece las especies y poblaciones de fauna silvestre en riesgo.

**Análisis:** Se propone al titular del proyecto que ponga un cuidado especial en las especies existentes en el predio incluidas en categoría de riesgo para que en la medida que sea posible, se hagan todas las acciones que promuevan la protección y conservación de las mismas.

**ART. 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.

*Análisis: Para evitar daños a la fauna silvestre se aplicara un procedimiento de supervisión ambiental, así como un programa de acciones para la protección de la fauna que pudiese encontrarse durante el CUS y durante toda la etapa constructiva.*

## **REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE 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.

*Análisis: Como se comentó en puntos anteriores, los vehículos que se encuentren involucrados en el proyecto tendrán que ser verificados a fin de que sus emisiones no rebasen los límites permisibles por la normatividad aplicable.*

**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 emisiones que se establezcan en las normas técnicas ecológicas...

*Análisis: Los automotores que se utilicen en la obra serán objeto de mantenimiento preventivo periódico, de manera que se encuentren en condiciones de operación óptimas y con niveles de emisión dentro de límites permisibles.*

## **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.

*Análisis: Tal y como se describe en el Programa de Manejo Integral de Residuos, adjunto en el Anexo 5 de este documento, los residuos sólidos urbanos serán subclasificados para posteriormente ser enviados al sitio de disposición final autorizado más cercano.*

**Artículo 19.-** Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

- VII.- Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

*Análisis: El proyecto en comento pretende la generación de residuos de manejo especial como los del apartado VII.- residuos de la construcción, del artículo 19 de la LGPGIR. En particular, los*

*residuos de construcción, estos serán clasificados de manera separada para su posterior envío al sitio de disposición final.*

**Artículo 54.-** Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y ni provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales...

***Análisis:** 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.*

### **LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN**

La Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán, publicada en el Diario Oficial el 8 de septiembre de 2010, tiene por objeto:

- I. Proteger el ambiente en el estado de Yucatán, con el fin de regular y evitar efectos nocivos de origen antropogenico y natural;
- II. Garantizar el derecho de todos los habitantes del estado a disfrutar de un ambiente ecológicamente equilibrado que les permita una vida saludable y digna;
- III. Definir los principios mediante los cuales se formulara, conducirá y evaluara la política ecológica y ambiental del estado, y establecer los instrumentos para su aplicación;
- IV. Preservar y restaurar el equilibrio de los ecosistemas para mejorar el ambiente en el estado. Así como prevenir los daños que se puedan causar al mismo, en forma tal que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la conservación y preservación de los recursos naturales y del ambiente;
- V. Fijar, administrar, regular, restaurar y vigilar las áreas naturales protegidas de competencia estatal; así como manejar y vigilar aquellas cuya administración se asuma por convenio con la federación o los municipios;
- VI. Determinar las competencias y atribuciones del estado y de los municipios, conforme a los lineamientos de la constitución política de los estados unidos mexicanos, tratados internacionales, leyes federales de la materia, la constitución política del estado de Yucatán, y demás ordenamientos aplicables en la materia;
- VII. Instituir las bases para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación+ de los programas de ordenamiento ecológico del territorio del estado de Yucatán;
- VIII. Prevenir y controlar la contaminación a la atmosfera, agua y suelo, en el estado, salvo aquellos casos que sean de competencia federal o municipal;
- IX. Establecer las medidas de control, de seguridad y las sanciones administrativas que correspondan, para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta ley y de las disposiciones que de ella emanen;
- X. Regular los mecanismos adecuados para garantizar la reparación de los daños al ambiente, y
- XI. Promover y establecer la participación social para el desarrollo, gestión y difusión ambiental.

**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.

**Análisis:** Todos los vehículos automotores que se encuentren relacionados directamente con la elaboración del proyecto deberán poseer su verificación vehicular al día.

**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.

**Análisis:** Analizando los 3 artículos anteriores en conjunto, se hace referencia a que todos los vehículos automotores que se encuentren relacionados directamente con la elaboración del proyecto deberán poseer su verificación vehicular al día.

**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.

**Análisis:** 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.

**Análisis:** Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizarán sanitarios portátiles, la empresa contratante será la responsable del mantenimiento y la disposición de las aguas residuales. El proyecto consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario. Se tiene contemplado la instalación de 4 biodigestores autolimpiables, los cuales harán que los efluentes posean los parámetros que establece la NOM-SEMARNAT-001-1996.

## REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

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

**Artículo 153.** Los propietarios o poseedores de vehículos que circulen en el Estado, deberán tomar las medidas que señale la Secretaría, para asegurar que las emisiones de éstos no rebasen los niveles máximos permitidos.

**Artículo 195.** Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a fosas sépticas o algún sistema de recolección, que cuente con el tratamiento que garantice la reducción de contaminantes del agua residual.

**Artículo 196.** Las aguas residuales domésticas tratadas mediante fosas sépticas, deberán ser vertidas a campos de absorción o irrigación cuya profundidad esté entre tres y cuatro metros sobre el manto freático del lugar. Cuando esto no sea posible, las aguas deberán ser sometidas a algún otro método de tratamiento con eficiencia similar a los sistemas descritos

*Análisis: El promovente solicitará a la empresa contratada para la construcción, que los vehículos y maquinaria que usen gasolina o diesel cuenten con el mantenimiento periódico de sus unidades, así como las verificaciones vehiculares que establece esta ley y reglamento a fin de disminuir las emisiones a la atmósfera y estos se encuentren dentro de los límites establecidos por la Norma oficial.*

*Durante la implementación del proyecto y la operación del mismo se aplicará un manejo integral de los residuos evitando en todos los casos la disposición de los mismos directo al suelo natural, mediante la implementación de un área para el almacenamiento con contenedores; en la medida de lo posible y con base en los volúmenes generados, se enviarán a reciclaje los residuos susceptibles. Se llevará a cabo un programa de limpieza periódico del área para recoger materiales que por alguna circunstancia no se encuentren dentro de los contenedores a colocar.*

- **OTRAS REGIONES DE IMPORTANCIA.**

**Regiones Terrestres Prioritarias (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 ecosistémica 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 prioritarias.

**SIMBOLOGIA**

Predio

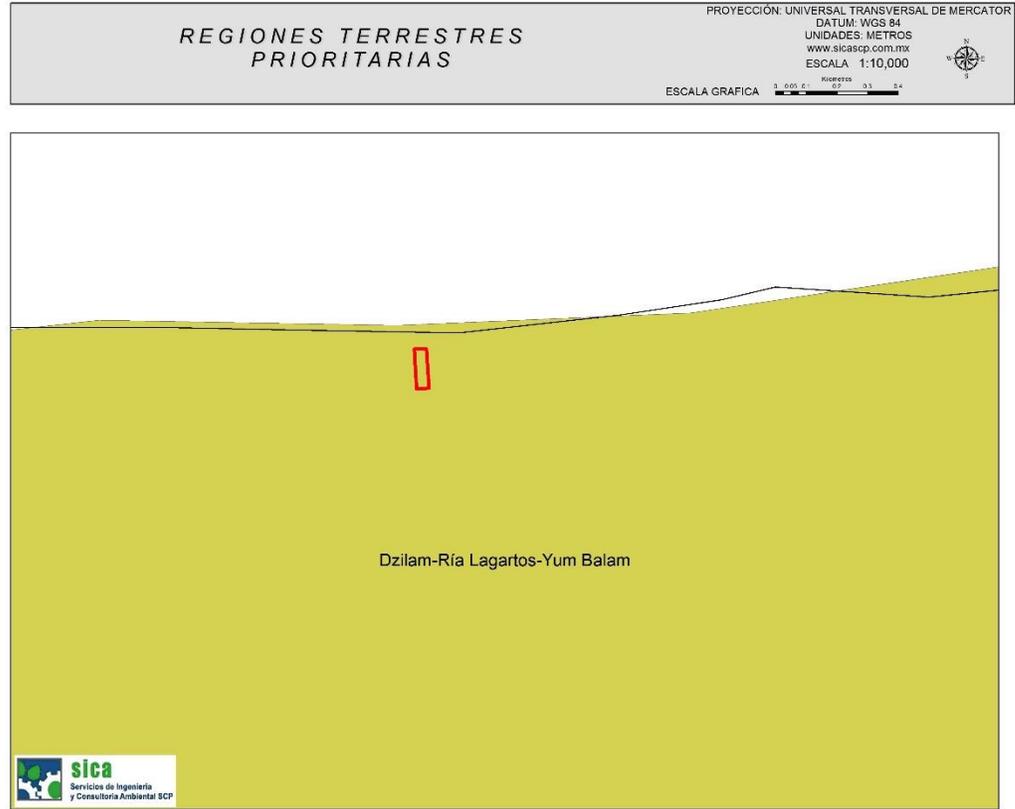
**ENTIDAD**

YUCATAN

**RTP**

**NOMBRE**

- Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam
- Pantanos de Centla
- Petenes-Ría Celestum
- Río Hondo
- Sian Ka'an-Uaymil-Xcalak
- Silvituc-Calakmul
- Sur del Punto Put
- Zonas forestales de Quintana Roo

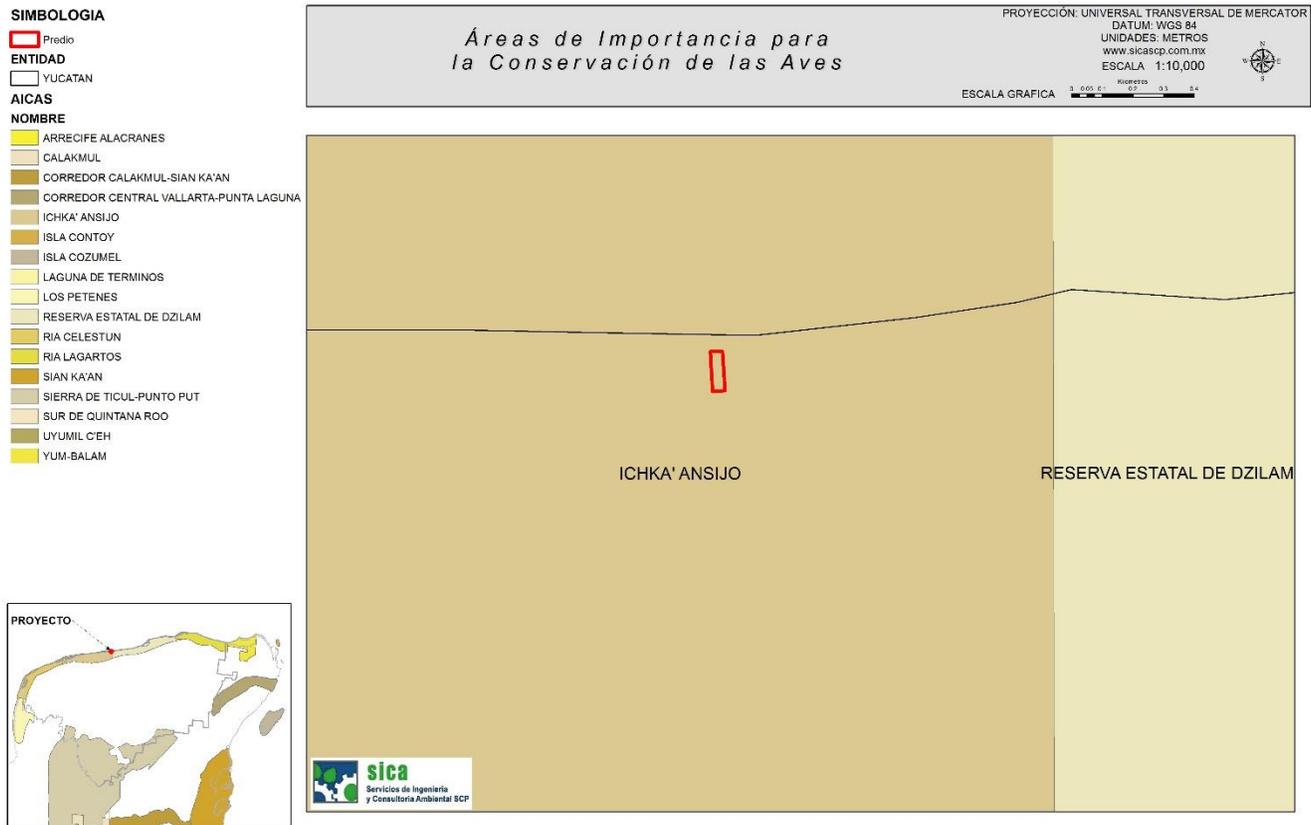


**Figura 3.4.** Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se encuentra inmerso dentro de la RTP Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, sin embargo, el polígono del proyecto se encuentra dentro de un área urbanizado, y teniendo en cuenta las medidas de mitigación y compensación que se llevarán a cabo, se considera que no se afectarán los ecosistemas que protegen. En base a lo anterior el desarrollo del presente proyecto es congruente con el ambiente.

**Áreas 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 figura siguiente se puede observar que el área de estudio se encuentra inmerso dentro de la AICA Ichka’Ansijo, sin embargo el sitio del proyecto se encuentra en una zona urbanizada, por lo que teniendo en cuenta las medidas de mitigación y compensación que se pretenden realizar para el presente proyecto, se minimizaran los impactos posibles dentro de esta AICA.

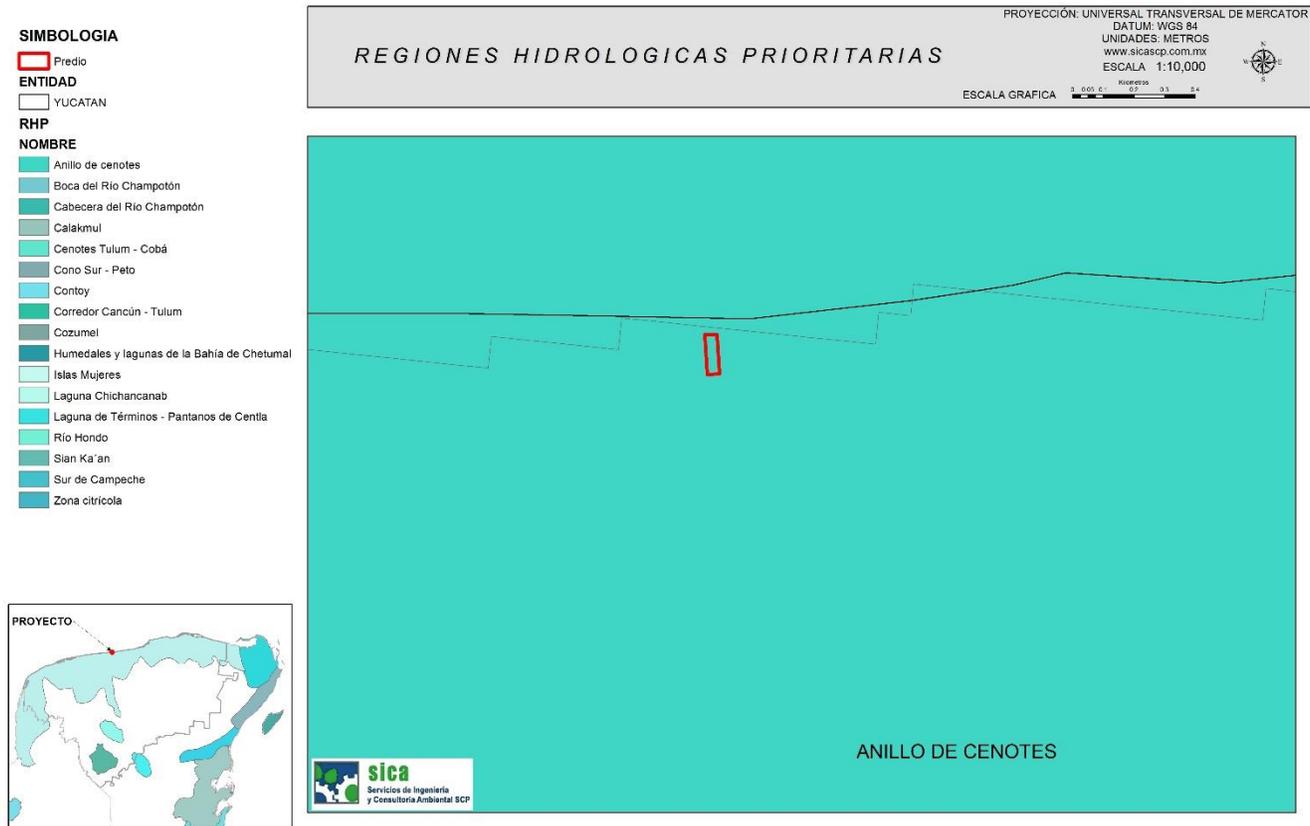
De igual forma es importante recalcar que el presente proyecto considera un área de conservación la cual permanecerá con la vegetación y suelo natural, por lo que seguirá prestando servicios importantes para las aves, como refugio y área de alimentación.



**Figura 3.5.** Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves.

**Región Hidrológica Prioritaria (RHP).** El área de estudio se encuentra inmersa dentro de la RHP **ANILLO DE CENOTES**; sin embargo, el proyecto no afectara en lo absoluto a ninguno de los recursos hídricos motivo del establecimiento de la región antes mencionada.

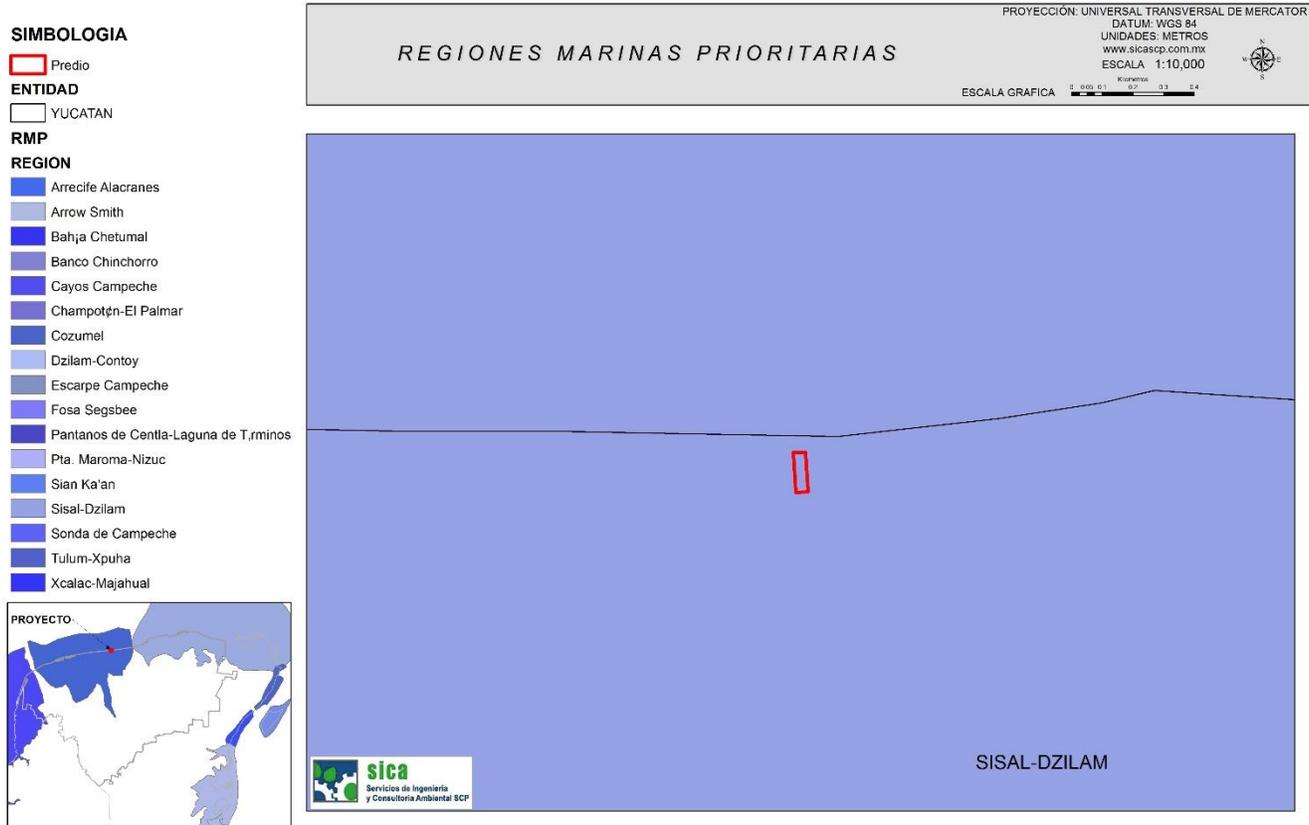
Cabe también recalcar que el proyecto tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales mediante sanitarios portátiles (en las etapas de CUS, por lo que no se afectará el freático. *De acuerdo a lo anterior se puede decir que la realización del proyecto no afectara grandemente esta RHP, y es congruente con el desarrollo del proyecto.*



**Figura 3.6.** Ubicación del proyecto en relación a las Regiones hidrológicas prioritarias.

**Regiones Marinas Prioritarias (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.).

Como se puede observar en la figura siguiente el proyecto se encuentra en la **RMP Sisal-Dzilam**. Sin embargo, en ningún momento se afectara en lo absoluto a ninguno de los factores y elementos (cenotes, caletas, arrecifes, dunas, aporte de agua dulce por ríos subterráneos, etc) motivo del establecimiento de la región antes mencionada. Así mismo, durante el CUS el proyecto se tiene contemplado la utilización de sanitarios portátiles para el manejo adecuado de las aguas residuales de los frentes de trabajo y durante la operación del desarrollo inmobiliario (dos torres de departamentos), las aguas negras que se generen en serán canalizadas a biodigestores autolimpiables prefabricados que cumplan con la normatividad oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-006-CNA-1997.



**Figura 3.7.** Ubicación del proyecto en relación a las Regiones marinas prioritarias.

En resumen se presenta la siguiente tabla de cumplimiento:

**Tabla 14.8.** Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP y RHP.

REGIONES	AFECTA O ESTÁ DENTRO	CUMPLIMIENTO
Áreas Naturales Protegidas (anp's)	No está dentro de algún área protegida	SI CUMPLE
Regiones Terrestres Prioritarias	Cuenta con actividades para reducir la problemática	SI CUMPLE
Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)	Cuenta con actividades para reducir la problemática	SI CUMPLE
Regiones Marinas Prioritarias	Cuenta con actividades para reducir la problemática	SI CUMPLE
Región Hidrológica Prioritaria	Cuenta con actividades para reducir la problemática	SI CUMPLE



---

# CAPITULO IV

---

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



**sica**  
Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



**GCA CONSULTORES**  
proveedora de soluciones



## CONTENIDO

---

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	3
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO .....	3
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) .....	6
IV.2.1 Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del SA.....	7
IV.2.2 Medio Abiótico .....	7
IV.2.3 Medio Biótico.....	25
IV.2.4 Medio Socioeconómico .....	48
IV.2.5 Paisaje .....	50
IV.3 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO .....	1
IV.4 DIAGNOSTICO AMBIENTAL .....	18

## 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

Para poder determinar los 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.

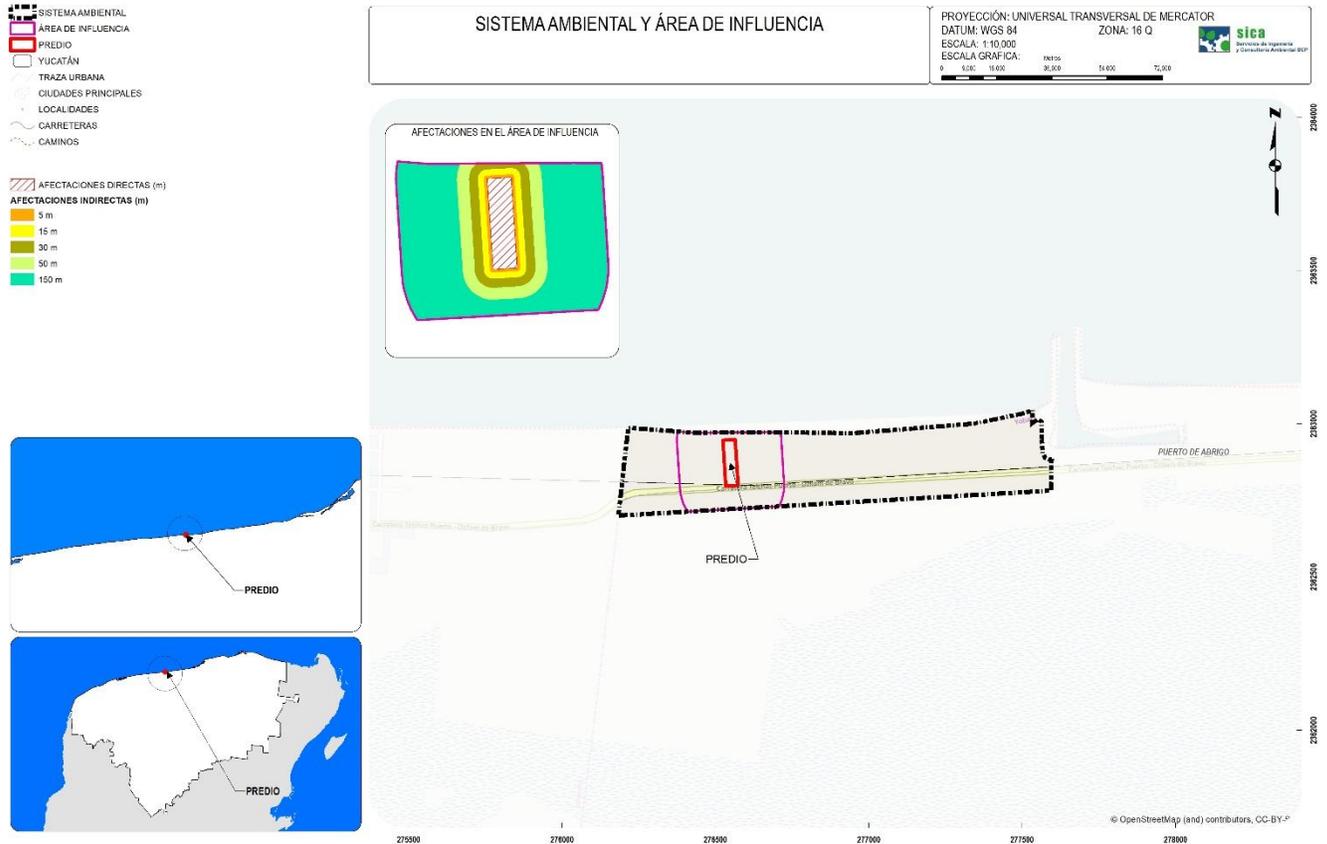
El aspecto ecológico del medio ambiente se circunscribe a la flora, fauna, agua, tierra y aire, siendo sólo una parte del medio ambiente, por lo que debe tenerse especial atención en tomar en cuenta la totalidad de los impactos. Ante esta situación se describirá y analizará de manera integral el Sistema Ambiental de estudio, en el que se encuentra el Proyecto. En primera instancia, como ya se mencionó, se delimitó el área de estudio sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación, tomando como base los siguientes atributos, entre los que se encuentran las siguientes:

- Dimensiones del proyecto.
- Ubicación.
- Unidades de gestión ambiental
- Unidades Climáticas.
- Unidades Edafológicas.
- Sistema de Topoformas.
- Hidrología Superficial.
- Uso desuelo y Vegetación.
- Subcuenca

Una vez determinado técnicamente los atributos para la delimitación del SA se superpusieron todas las capas temáticas para su mejor acotamiento en el programa ArcMap 10.2 y utilizando la información de las capas o shapes obtenidas del portal del INEGI, esto se realizó con el objetivo de poder determinar en base a los criterios anteriormente enlistados y los recorridos de campo, las áreas y temas que deben de quedar incluidas y excluidas para la delimitación del SA. Una vez analizados todos los atributos se procedió a definir el SA, para ello se observó que todos los atributos físicos y biológicos sobrepasaban el predio, perdiéndose la posibilidad de realizar una evaluación objetiva tal como se observa en la secuencia de las Figuras 4.1 (Ubicación), 4.3 (Clima), 4.7 (Suelos), 4.8 y 4.9 (Hidrología Superficial), y 4.12 (Tipo de vegetación), en cuanto a la subcuenca, ésta también es demasiado extensa y abarca un gran número de ecosistemas que no serán afectados por el proyecto, por lo tanto se hace una delimitación con respecto a la Unidad de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), para demostrar que el ecosistema

## MIA MODALIDAD: PARTICULAR

presente no será afectado, teniendo delimitación más objetiva tomando en cuenta las áreas de afectación directa con respecto a los impactos (ruido, emisiones, dimensiones del proyecto, alcances socioeconómicos, entre otros), por lo que el sistema ambiental definido como se muestra en la **Figura 4.2**.



**Figura 4.1.** Ubicación del proyecto con respecto al SA.

De igual forma se realizó una delimitación de las afectaciones directas están dentro del área de construcción y en los límites inmediatos a ésta. Es importante mencionar que las afectaciones directas involucran de cierta forma más de 160 metros a los alrededores del predio, debido a que durante la construcción del proyecto habrá maquinaria cuyas afectaciones rebasarán más allá de los límites directos. Habrá otros impactos que tendrán mayor alcance y esto es debido al movimiento de vehículos y personal que labore durante las primeras etapas del proyecto.

Las distancias que se mencionarán a continuación fueron definidas de acuerdo a las dimensiones de construcción, lo cual influye en el número de maquinaria a utilizar y al personal involucrado, debido a que el área es pequeña con respecto a los atributos del sistema ambiental se definieron estas dimensiones.

Las afectaciones se describen de la siguiente manera (**Figura 4.2**):

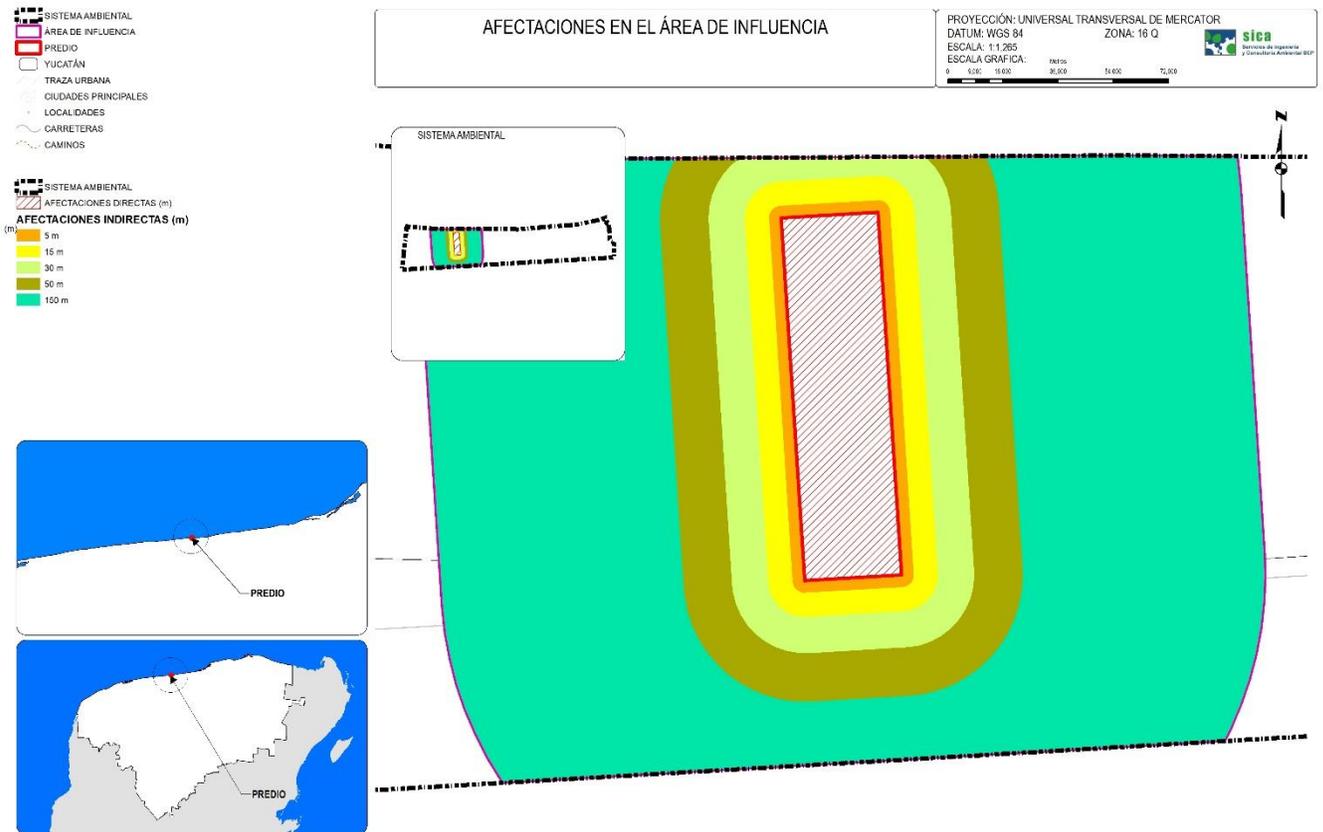
---

#### MIA MODALIDAD: PARTICULAR

- **Afectación biológica:** En cuanto a la afectación biológica, se plantea un rango de afectación de 20 metros a la redonda del predio, esto por los posibles impactos que pudieran afectar la fauna silvestre presente en las inmediaciones del predio.
- **Afectación física:** Durante el desarrollo de las etapas del proyecto, se presentara una afectación física con un rango de 10 m debido a que se realizará una obra nueva.
- **Afectación visual:** Debido a que el proyecto se pretende realizar en un área con cierto grado de conservación, se propone un rango de afectación de 20 a 40 metros a partir de los límites del predio.
- **Afectación auditiva y olores:** El ruido generado por el tránsito de los vehículos utilitarios durante el proceso de construcción de la casa-habitación, así como las emisiones de los mismos, se anticipa, por medio de medidas preventivas, que no rebasen los límites permitidos dentro de las normas oficiales mexicanas, NOM-080-SEMARNAT-1994, NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y posean un rango de afectación máxima entre 80 y 160 metros a la redonda.

Analizando lo anterior, se propone para este proyecto que el área de influencia posea una delimitación de 160 metros de distancia con respecto a los márgenes este, oeste y sur del predio, en los cuales quedan inmersas todas las posibles afectaciones que el proyecto pudiese ocasionar. El proyecto no tendrá afectaciones hacia el medio marino, por lo que no se contempla dentro de la delimitación del área de influencia.

Nota: La documentación legal del proyecto indica que el sitio de pretendida ubicación del mencionado se localiza dentro del municipio de Sinanché. Sin embargo, el Programa del Ordenamiento del Territorio Costero del estado de Yucatán, así como la división territorial del estado indican que el citado se encuentra dentro del municipio de Yobaín; por lo que para efectos de homogenización y calidad de datos la información que se presente será vinculada con el susodicho municipio (yobaín).



Z

**Figura 4.2.** Delimitación de las afectaciones del proyecto dentro de Sistema Ambiental.

Una vez delimitado nuestro Sistema Ambiental y el área de Afectación Directa en la que se desarrollará el proyecto, en los siguientes puntos se presentará una descripción de las condiciones físicas y bióticas actuales de la zona. Se hará mención de las condiciones imperantes en la zona.

## IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

En términos generales, el SA en donde se encuentra inmerso el predio bajo estudio se encuentra en un nivel bajo-medio en cuanto calidad ambiental debido entre muchas causas, la afectación de la zona por fenómenos naturales. Sin embargo, la causa principal de afectación se ha dado por actividades antropogénicas, debido a las actividades que se realizan en la zona, como la construcción de desarrollos inmobiliarios, siendo el caso particular casas habitación de segunda residencia, condominios, villas, así como por la construcción y ampliación de las vías de comunicación existentes.

Actualmente en el SA se encuentra poblado principalmente por vegetación propia de un ecosistema de matorral de duna costera, considerada como propia de terrenos forestales. No obstante a lo anterior, el ecosistema actual es capaz de brindar refugio y de ser hábitat

para algunas especies de fauna silvestre (generalistas) y de ser una fuente de conectividad con otras áreas que al final funjan como corredores de fauna.

El tipo de suelo presente dentro del SA es de reciente origen (Regosol-Carsico), el terreno es casi totalmente plana y sin una hidrología superficial presente. En cuanto a la hidrología subterránea se tiene que en SA se tiene una calidad de agua aceptable. Una vez visto lo anterior, es de indicar que la línea cero del SA tiene una calidad ambiental de categoría baja-mediana. A continuación se presentan los diferentes componentes del medio abiótico, biótico y socio-económico del SA en el cual se encuentra inmerso el proyecto que nos compete:

#### **IV.2.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA.**

---

##### **IV.2.2 MEDIO ABIÓTICO**

---

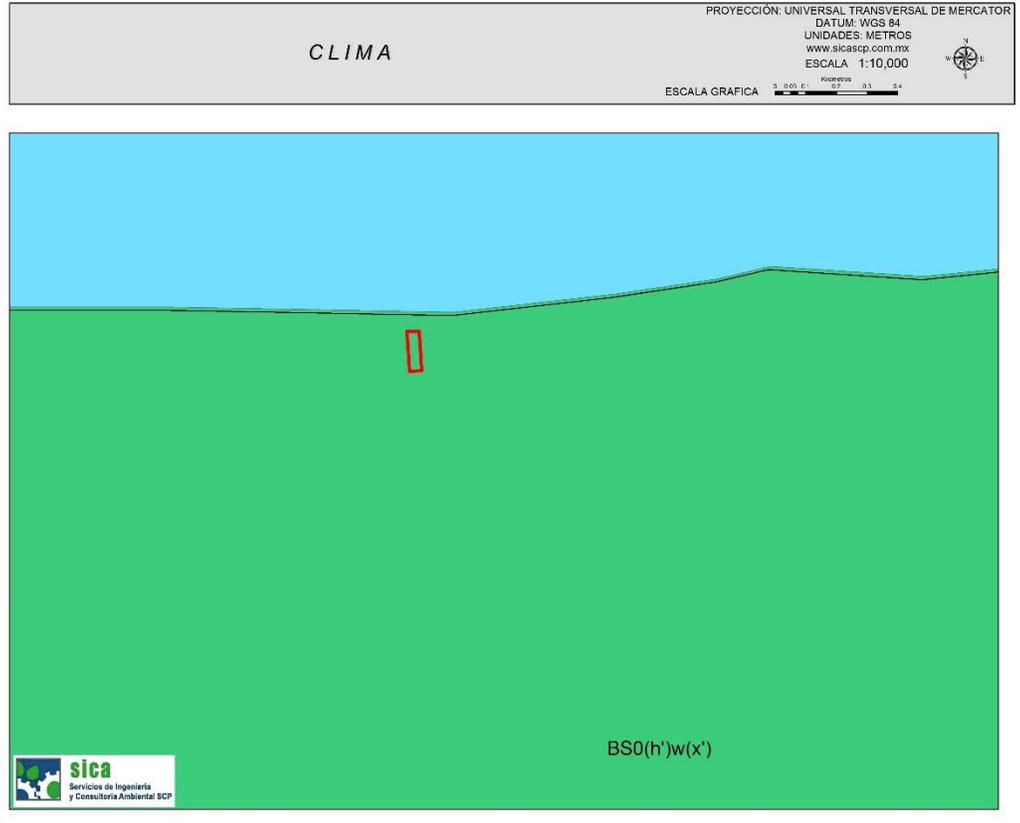
###### **Clima**

En el sitio donde se ubica el proyecto el clima está clasificado como BSo (h') (x'), según el sistema de clasificación de Koppen modificado por Enriqueta García (Ver **Figura 4.3**). Lo anterior quiere decir que se trata del clima Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual. (Orellana, 1999).

**MIA MODALIDAD: PARTICULAR**

**SIMBOLOGIA**

- Predio
- ENTIDAD**
- YUCATAN
- CLIMA**
- CLAVE**
- Aw0
- Aw0(w)
- Aw0(x')
- Aw1
- Aw1(w)
- Aw1(x')
- Aw2
- BS0(h')w
- BS0(h')w(w)
- BS0(h')w(x')
- BS0hw(w)
- BS0hw(x')
- BS0hx'
- H2O



**Figura 4.3.** Tipos climáticos presentes dentro del SA del proyecto.

Los datos de temperatura, precipitación y evaporación se tomaron de los registros de la estación meteorológica de Progreso, la cual es la más cercana al área de estudio, además de encontrarse hoy en día en operación (el municipio de Yobaín no cuenta con estación de monitoreo por parte de la CONAGUA). A continuación se presentan los datos de monitoreo en un rango (1921-1981) de tiempo de 60 años.

**Temperatura y precipitación.**

**A. Temperatura promedio mensuales y anuales (°C).**

La temperatura que se registra para la zona donde está inmerso el proyecto se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 4.1.** Registros de temperatura (°C) del área de estudio.

TEM P	MESES												PROM ANUA L
	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JU L	AG S	SE P	OC T	NO V	DI C	
<b>MAX</b>	28.2	29.2	31.4	33.0	33.7	33.0	32.4	32.4	32.3	31.1	30.0	28.6	<b>31.3</b>
<b>MED</b>	23.3	23.9	25.6	27.0	28.0	27.9	27.5	27.6	27.5	26.6	25.5	23.9	<b>26.2</b>
<b>MIN</b>	18.5	18.7	19.8	21.0	22.3	22.8	22.7	22.8	22.6	22.2	21.0	19.3	<b>21.1</b>

## MIA MODALIDAD: PARTICULAR

De acuerdo a la estación meteorológica antes mencionada, la temperatura media anual es de 26.2 °C, teniéndose que la temperatura máxima anual en el área es de 31.3 °C y la temperatura mínima anual es de 21.1 °C.

### **B. Precipitación promedio mensual y anual (mm).**

En la siguiente tabla se muestra los registros de precipitación mensual y anual media registradas a través de monitoreos en la estación Progreso en un lapso de tiempo de 67 años (1930-1997) para el área de estudio.

**Tabla 4.2.** Registros de la precipitación media anual del área de estudio.

PREC	MESES												PROM ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC	
MED	28.4	32.9	12.4	14.8	36.9	93.6	59.9	60.8	124.9	76.6	27.0	27.6	595.8

La precipitación pluvial anual media para la zona del proyecto es de aproximadamente 595.8 mm. El mes con mayor precipitación pluvial ha sido Septiembre con una precipitación media mensual de 124.9 mm, seguida por Junio con 93.6 mm. Mientras que el mes con menos precipitación ha sido Marzo con 12.4 mm.

### **Vientos e intemperismos severos.**

En la zona estudiada no se presentan heladas, ni temperaturas menores de 4°C (las temperaturas menores a 4°C son eventos muy extremos y poco frecuentes), tampoco se presenta granizo, solamente en los meses de septiembre a octubre se manifiestan algunos huracanes provenientes del Caribe; sin embargo, en los meses de marzo y abril se presentan temperaturas altas cercanas a los 40 grados centígrados.

### **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 saturen 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 alisia, 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.

### **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 de Yobaín 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 de Yobaín 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=Langley=constante solar=1.4, cal/gr/cm<sup>2</sup>/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 norte 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.

## Suelos

---

Desde el punto de vista edáfico el estado de Yucatán se distingue por la predominancia de suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café; por su textura franca o de migajón arcilloso en el estrato más superficial y por regla general la ausencia del horizonte C en la mayoría de los casos. Asimismo estos suelos muestran por lo general un abundante contenido de fragmentos de roca desde 10 hasta 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su breve perfil, además de que regularmente se ve acompañada de grandes y frecuentes afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca. Otra característica que cabe mencionar es que los diferentes tipos de suelos es común encontrarlos dentro de pequeñas asociaciones de dos o más tipos de suelos, los cuales corresponden casi exactamente a la combinación de topoformas que configuran el relieve de cada lugar.

El estado de Yucatán presenta un conjunto de suelos entre los cuales están presentes las rendzinas, litosoles, luvisoles, solonchaks, cambisoles, regosoles, vertisoles, nitosoles, histosoles y gleysoles; en términos de extensión superficial, se aprecia la amplia predominancia de los tres primeros sobre los restantes.

El terreno estudiado presenta las siguientes características edafológicas: de acuerdo a la clasificación de la FAO/UNESCO y del INEGI, se caracteriza por ser básicamente de tipo Regosol Calcárico (RC), **Figura 4.3**.

En la planicie costera se forman regosoles, suelos inmaduros resultado de la acumulación de material calcáreo reciente (conchas y conchuela), sin consolidación, escasos nutrientes, donde se cultivan palmas y donde se puede fijar vegetación pionera de duna costera. En la zona se presentan depósitos compuestos por arenas calcáreas de grano fino y medio. Las arenas están constituidas principalmente por fragmentos de conchas. La unidad presenta un color crema y abundantes conchas de organismos marinos recientes principalmente bivalvos y gasterópodos. Este suelo está sujeto a la constante acción erosiva del oleaje.

Desde un punto de vista general, los regosoles se caracterizan por ser suelos que no muestran ninguna diferenciación de su perfil en términos de horizontes edáficos bien definidos. En el estado de Yucatán aparecen dos variantes de este tipo de suelo, notablemente diferentes entre sí:

- 1)** La primera de ellas corresponde a los depósitos arenosos de la costa, formados por una sucesión de capas superpuestas de material arenoso de origen conchífero, que en conjunto presentan profundidades mayores de un metro. Estos son suelos de colores claros, cuya capa más superficial es de color café amarillento o crema, aclarándose conforme aumenta la profundidad donde aparece dominado el color gris amarillento, casi blanco. Se trata de suelos de textura gruesa, con más de 90% de arena, sin estructura y escaso contenido de materia orgánica, generalmente menor del 1%, y relativamente alcalinos, con valores de pH que varían entre 7.5 y 8.5. Son suelos que a pesar de su cercanía al mar se mantienen libres de sales solubles, aunque no así en el caso del sodio que llega a ocupar poco más del 20% de la capacidad de intercambio catiónico, pues sus valores son por lo regular muy bajos, menores de 3 meq/100 gr. Asimismo, la

### MIA MODALIDAD: PARTICULAR

saturación de bases es del orden del 100% destacando el calcio como el elemento más abundante, seguido del magnesio. Estos regosoles son suelos poco fértiles debido a la escasa vegetación que crece sobre ellos, lo cual impide la acumulación de materia orgánica humificada. Esta condición, junto con su posición frontal a vientos y mareas, favorece también la inestabilidad de estos suelos, lo que se traduce en la formación de las playas y dunas que caracterizan al cordón litoral de la entidad.

2) La segunda variante de regosoles que aparece en el estado de Yucatán se distingue de la anterior porque en este caso se trata de suelos someros, no mayores de 50 cm de espesor, formados por materiales de color amarillento oscuro, cuya textura es franca o de migajón arcilloso. Además, estos suelos presentan, ya un ligero desarrollo en su estructura, motivado quizá por su mayor contenido de materia orgánica el cual varía entre 4.5 y 15.8% en la capa más superficial. Estos regosoles generalmente se presentan en fase lítica, salina y sódica, probablemente por su localización en la angosta franja de terrenos que separa la ciénega de la tierra firme propiamente dicha.

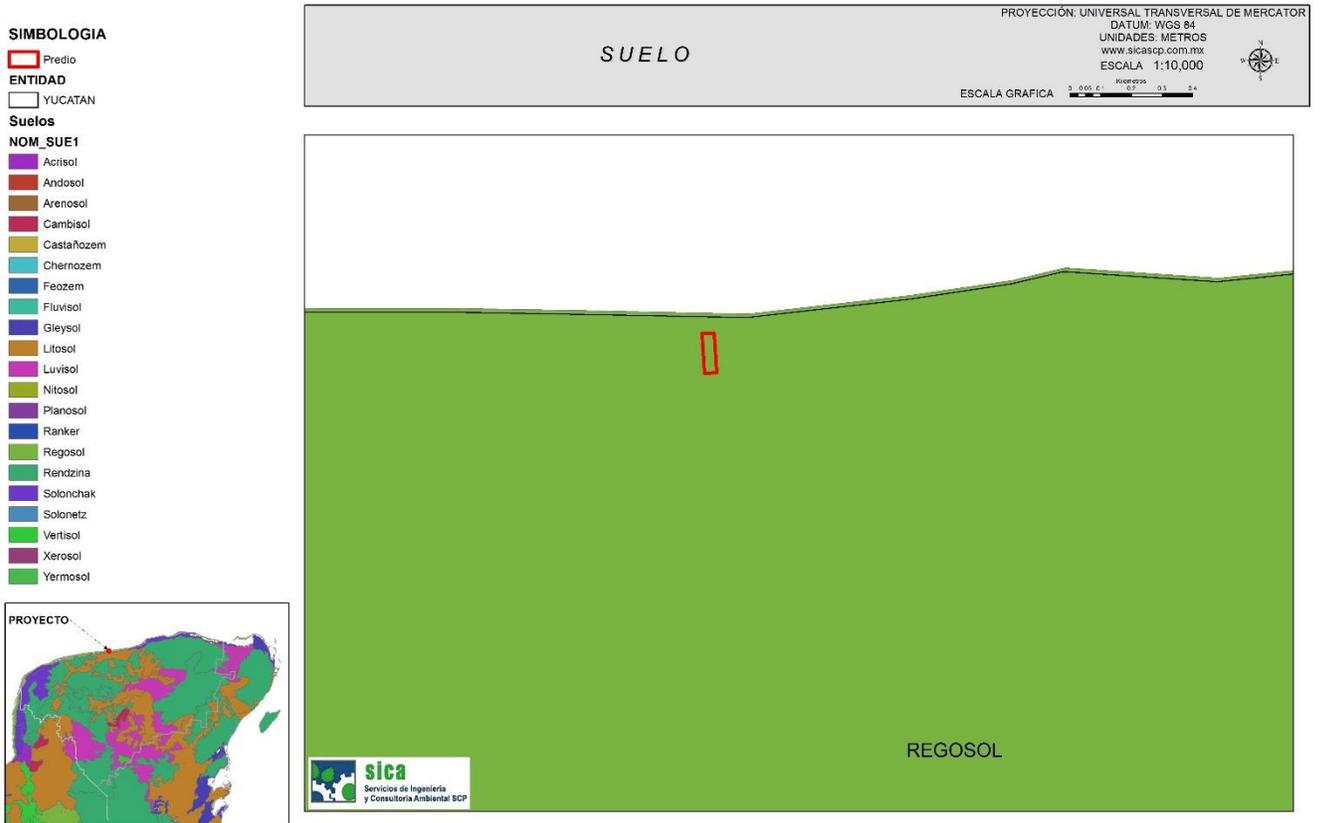
No obstante sus múltiples diferencias, a las dos variantes les corresponde la misma denominación completa de *Regosol calcárico (Rc)*, con la que se destaca, ante todo, su alto contenido de carbonato de calcio activo en el perfil.

A continuación se describen brevemente las características generales de este tipo de suelo.

**Tabla 4.3.** Características del Regosol calcárico.

TIPO DE SUELO	PROFUNDIDAD (cm)	ESTRUCTURA	ARENA (%)	ARCILLA (%)	LIMO (%)	CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	MATERIA ORGANICA (%)
Regosol Calcárico	0-200	Granular fina y grumosa fina	96	2	2	Arenoso	Muy rápida	1.3

Fuente: Duch G.J. (1988). La conformación del estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 473 pp.



**Figura 4.3.** Mapa edafológico del área bajo estudio en donde se observa que el suelo dominante es el Regosol calcárico.

En las playas y zonas costeras del estado de Yucatán se evaluó la vulnerabilidad considerando su ancho, la presencia de vegetación de duna y el grado de antropización en la zona; se clasificó en alta, media y baja. El 7.6% de las playas presenta una vulnerabilidad alta a ser erosionada, 37.7% presenta vulnerabilidad media y 55%, vulnerabilidad baja. Por municipios, Progreso es el que presenta mayor porcentaje de alta vulnerabilidad (49%). Otros municipios con alta vulnerabilidad son: Yobaín (24.3%), Dzidzantún (11.6%), Sinanché (8.8%) y Telchac Puerto (8.7%). En los municipios de Sinanché, Ixil, Telchac Puerto, Ría Lagartos y San Felipe, más de la mitad de sus playas presentan una vulnerabilidad media a la erosión (POETCY, 2007).

### Estabilidad edafológica

Como se ha mencionó en párrafos anteriores el predio presenta vegetación de duna costera y que en el predio se presentan claros naturales con poca o nula vegetación, lo que es indicativo de la inestabilidad del suelo del área. Sin embargo, también es importante mencionar que existen pequeños parches en donde se puede observar la formación de pequeñas capas de suelo, principalmente en el área de recuperación de los matorrales de duna costera.

Un último aspecto a considerar es el impacto diferencial de los huracanes sobre los ecosistemas costeros. En el caso de las islas de barrera, durante el paso del huracán

Isidoro se registraron rupturas de hasta 60 m de ancho, evidenciando la muy alta vulnerabilidad de esta barra arenosa en la zona de San Crisanto-Dzilam de Bravo.

Es importante hacer ahora un análisis de las condiciones del suelo en la zona del proyecto:

Las dunas litorales son formas de acumulación de arena por el viento que ocupan una franja relativamente angosta junto a la playa, y donde la vegetación ejerce un importante papel en la retención de sedimentos. La influencia primaria de la vegetación es la de modificar la velocidad del viento junto al suelo, de modo que se reduce la tensión sobre los sedimentos (Hesp, 1981). Así, la vegetación se constituye en un elemento de rugosidad superficial, cuya influencia aumenta con el aumento de su altura y densidad (Thomas, 1975). Según Jackson (1981), el nivel en que actúa la tensión superficial del viento se denomina el límite aerodinámico, que equivale al nivel promedio de la rugosidad superficial. Debajo de este límite, la influencia del viento es nula y los sedimentos se depositan. Donde la vegetación está ausente, la superficie arenosa es la que controla el límite aerodinámico.

Tavares-Correa (1995<sup>1</sup>) estimó la tasa de ingreso de arenas desde la playa a partir del análisis volumétrico de dunas litorales manejadas en la costa central de Chile. Las tasas encontradas fueron de entre 8 y 25 m<sup>3</sup> m<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, fueron estimadas considerándose una eficiencia de 100% en la retención de las arenas por parte de la vegetación. Estudios de Carter & Wilson (1990<sup>2</sup>) en la costa de Irlanda del Norte, estimaron que una duna litoral estabilizada por *Ammophila arenaria* captura entre 50% y 70% de la arena proveniente de la playa.

Más recientemente, Tavares-Correa (2002<sup>3</sup>) evaluó la gran eficiencia de *A. arenaria* en atrapar sedimentos en una ladera de barlovento de las dunas litorales. A través de este estudio se pudo observar que en donde la cobertura de *A. arenaria* es densa, la capacidad de retención de sedimentos alcanza hasta el 97% de eficiencia. Por otra parte, en sectores sin vegetación como en las cubetas de deflación, la capacidad de transporte aumenta exponencialmente en la cima, alcanzado valores de hasta 447% con respecto a los valores encontrados en la base de las dunas.

Como se puede observar la ausencia de la vegetación de duna costera deja sin protección al suelo y por consiguiente, al transporte de sedimentos y a la erosión del mismo. Este sería el probable efecto del CUSTF en el área de estudio, sobre todo en el área en donde se removerá la vegetación sin sellar como en el caso de caminos de acceso.

---

### **Pendiente media**

---

La península de Yucatán se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes, de sus

---

<sup>1</sup> Tavares Corrêa C. (1995). La importancia de la duna bordera artificial en la estimación del transporte eólico en la provincia de Arauco, Chile. Anales, XVI Congreso Chile de Geografía, Valdivia. :303-308.

<sup>2</sup> Carter R.W.G. & Wilson, P. (1990). The geomorphological, ecological and pedological development of coastal foredunes at Magilligan Point, Northern Ireland. Páginas 129 – 157 en: K. F. Nordstrom, N. Psuty & R.W.G. Carter (editores) Coastal dunes: form and process. John Wiley & Sons, London.

<sup>3</sup> Tavares-Correa C. (2002). Eficiencia de la *Ammophila arenaria* en atrapar sedimentos transportados por el viento. Ecología Aplicada, 1(1):13-17.

## MIA MODALIDAD: PARTICULAR

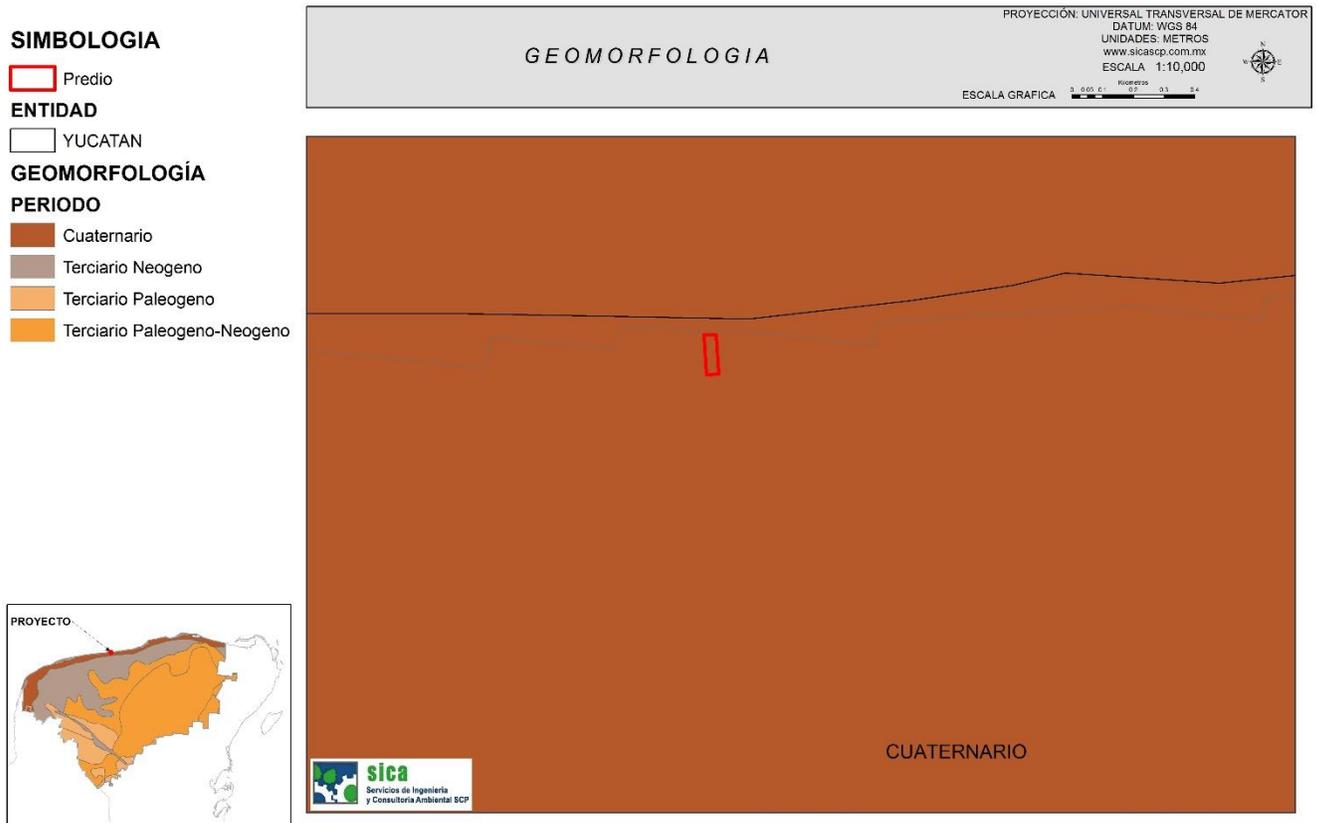
leves contrastes topográficos; presenta una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 2 y 20 m y, no ostenta formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macrorelieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 5 y el 10 %.

De forma particular, el área del proyecto en cuestión ocupa una Planicie costera de cordones litorales, playas arenosas y dunas, < 5 m de altura snm. Posee un relieve plano y ligeramente ondulado (0-0.2 grados de pendiente).

## Relieve

Anteriormente es parte de una planicie costera de cordones litorales, playas arenosas y dunas, < 5 m de altura snm con un relieve plano y ligeramente ondulado.

En cuanto a sus características geomorfológicas, el área de estudio se encuentra localizada en una zona catalogada como planicies acumulativas., formada principalmente en el periodo cuaternario (**Figura 4.4**).



**Figura 4.4.** Ubicación del proyecto con relación a la geomorfología en el estado de Yucatán.

*En base a todo lo anterior, se puede mencionar lo siguiente:*

*En el terreno la pendiente imperante es plana y ligeramente ondulado (0-0.2 grados), lo cual no representa una condición desfavorable para el suelo. No existe corrientes*

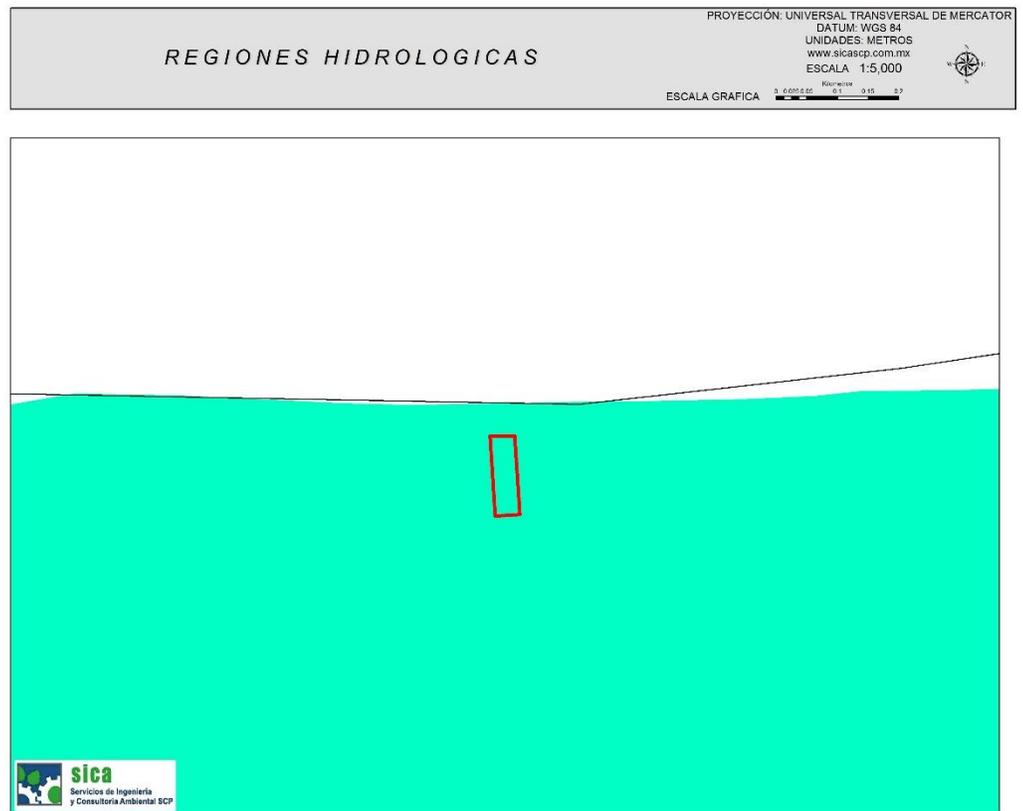
## MIA MODALIDAD: PARTICULAR

superficiales en el terreno bajo estudio; sin embargo, existe la presencia muy cercana del mar, y la remoción de vegetación que funge como isla de barrera en conjunto a la aparición de fenómenos meteorológicos como los huracanes pueden producir una erosión de suelo importante en la zona.

## Hidrología superficial y subterránea.

El área de estudio queda comprendida dentro de la RH 32 Yucatán Norte, la cual limita al oeste y norte con el Golfo de México, al este con el Mar Caribe y al sur con la división que delimita la RH 31 y RH 33 (Figura 4.8).

**SIMBOLOGIA**  
Predio  
**ENTIDAD**  
YUCATÁN  
RH32 YUCATÁN



**Figura 4.5.** Ubicación del proyecto con relación a las regiones hidrológicas del estado de Yucatán.

La excesiva permeabilidad y la falta de desniveles orográficos impiden la formación de corrientes superficiales de importancia, la ausencia de una red hidrográfica superficial no permiten delimitar cuencas y subcuencas en esta Región Hidrológica que abarca una superficie de 56,172 km<sup>2</sup>. No existen embalses ni cuerpos de agua superficiales en el sitio de estudio. La ausencia de escurrimientos superficiales en el estado de Yucatán se

compensa con los abundantes depósitos de agua subterránea. La economía hídrica en la Plataforma Yucateca es eminentemente subterránea.

Del agua meteórica que recibe anualmente la entidad, alrededor del 90% se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, y el 10% complementario es interceptado por la cobertura vegetal retornando después a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración.

El agua que se encuentra en el subsuelo circula a través de las fracturas y conductos de disolución (conductos cársticos) que están a diferentes profundidades en el manto freático. Debido a que no existen otras fuentes de agua en la región, es el agua subterránea la que se utiliza para todos los fines.

En la Península de Yucatán, no se encuentran depósitos superficiales de agua, dadas las características geomorfológicas de la zona, por lo que se cuenta con un sistema hidrológico subterráneo, el cual se encuentra conformado por 3 mantos freáticos a diferentes profundidades y con características muy particulares. La primera es la zona de agua dulce, que se forma como resultado de la infiltración del agua de lluvia, esta sección del manto acuífero descansa sobre la segunda zona, la de agua salobre, llamada también zona de mezcla o interfase salina, y por último, se encuentra la tercera zona, la de agua salada a profundidad.

El estado de Yucatán es famoso por la presencia de una gran cantidad de los llamados cenotes, que son acuíferos subterráneos expuestos, formados por el hundimiento total o parcial de la bóveda calcárea. También son frecuentes y voluminosos los acuíferos subterráneos no expuestos, que forman un sistema de vasos comunicantes que desembocan al mar, con profundidades de niveles freáticos que varían de dos a tres metros en el cordón litoral, hasta 130 m en el vértice sur del estado. Es importante mencionar que en el territorio yucateco hay una ausencia total de corrientes superficiales de agua, sin embargo, están presentes los cuerpos de agua superficiales Laguna Flamíngos y Laguna Rosada, así como los Esteros Celestún, Yucalpetén, Río Lagartos, El Islote y Yolvé.

### **Localización del recurso, profundidad y dirección del flujo subterráneo.**

El manto freático en el área de estudio varía de profundidad encontrándose de 2 m a 5 m aproximadamente. Es importante considerar que el nivel del manto freático sufre variaciones a lo largo del año en función de las precipitaciones pluviales. Incrementa su posición en función de la recarga y lo contrario con la descarga del acuífero en el período de estiaje. La variación de este nivel es exclusiva de la frecuencia de las lluvias que saturan la zona de aireación y permiten que el agua que se infiltran, percolen hasta alcanzar la profundidad del nivel freático.

En la zona de estudio como en la península de Yucatán el agua subterránea se mueve en dirección norte-noroeste, hacia la costa noroeste. El agua subterránea se mueve de las

## MIA MODALIDAD: PARTICULAR

zonas de mayor precipitación, hacia la costa en una dirección norte-noroeste, donde se realiza la descarga natural del acuífero por medio de una serie de manantiales ubicados a lo largo del litoral peninsular.

De acuerdo al POETY a Yucatán le corresponden cuatro zonas geohidrológicas:

- 1) Regiones costeras
- 2) Semicírculo de cenotes
- 3) Planicie Interior y
- 4) Cerros y valles. Con base en lo anterior, el sitio del proyecto se ubica en la zona geohidrológica “Regiones costera”, tal como se puede observar en siguiente figura:

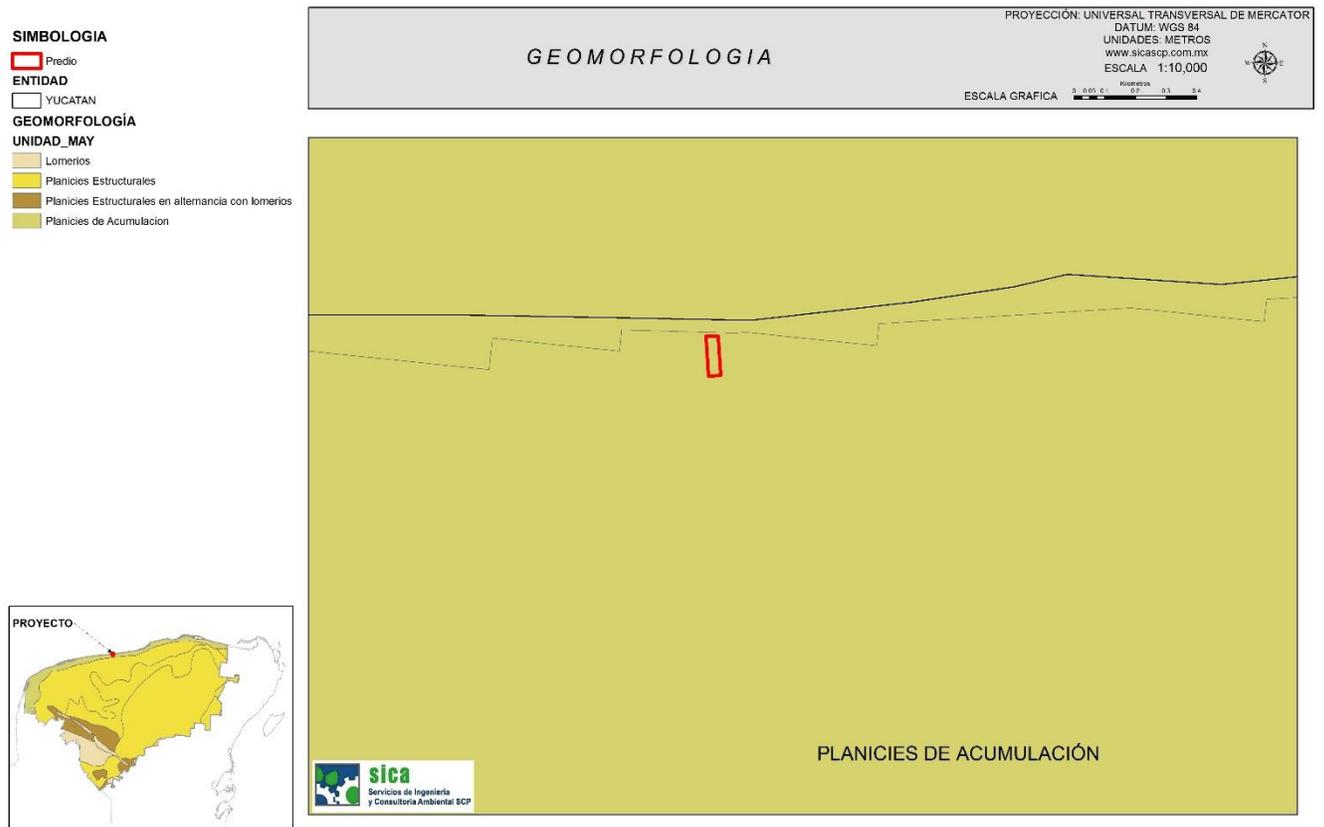


Figura 4.6. Geomorfología presente en el SA del proyecto.

### Región Costera.

Se caracteriza por desarrollarse a lo largo de la costa con una superficie de 20,424 km<sup>2</sup> y reúne un aporte considerable de agua por flujo subterráneo, alrededor del 70% de su recarga natural. Debido a su alto contenido de sales por su cercanía al mar y por la presencia de la intrusión salina, su explotación es mínima. Los aportes de los flujos subterráneos provienen principalmente de las zonas de Cerros y Valles y de la Planicie Interior.

### 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).

Como se puede observar en la **Tabla 4.4**, el municipio de Progreso (se toma como referencia este municipio debido a que en Yobaín no se han realizado investigaciones de este tipo) presenta valores de coliformes fecales que van de 101-1000 NMP/100 ml, cuyos niveles es para considerarse como peligrosa. No obstante, los niveles de nitratos, al igual que en otros municipios, varía entre 2.57-25.00 mg/l, y esto puede deberse a que en estas zonas la densidad de población es relativamente alta.

**Tabla 4.4.** Valores de los parámetros químicos para el municipio de Progreso (resultados de referencia debido a que este es un municipio costero).

PARÁMETROS	PROGRESO
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	101-1000 (Peligrosa)
Nitratos (mg/l)	2.57-25.00
Cloruros (mg/l)	201 - 250
Sodio (mg/l)	32 – 150
Dureza total (mg/l)	401 - 500
Cadmio (mg/l)	0.021 - 0.062
Nivel de contaminación	<b>BAJO</b>

Es importante considerar que el proyecto consiste en la construcción de dos torres de departamentos, las cuales principalmente en periodos vacacionales tendrán una mayor cantidad de personas en su interior, por lo que se generarán aguas residuales en distinta intensidad, principalmente y en mayor cantidad en temporada vacacional, por lo que se instalarán cuatro biodigestores de 7,000 litros para hacer frente a los posibles efluentes que puedan producirse.

*El proyecto no modificará ninguna de las características (captación, flujo subterráneo y calidad) del sistema hídrico. El flujo superficial representado principalmente por las escorrentías locales se mantendrá como hasta el momento. Por otro lado, aunque se afectará vegetación derivada de duna costera con vocación forestal; también contempla el establecimiento de áreas verdes y áreas de amortiguamiento las cuales permanecerán con suelo y vegetación natural. Estas áreas permitirán la continuidad en la prestación de una serie de servicios ambientales como la filtración, purificación y recarga del acuífero de la región.*

---

## **MIA MODALIDAD: PARTICULAR**

*La calidad del agua no se verá afectada por el CUSTF y la construcción de las obras del proyecto, ya que se ha planteado como parte de las medidas preventivas la instalación de letrinas móviles en los frentes de trabajo durante el CUSTF y la construcción del proyecto. Durante la operación del proyecto, también se le dará un buen manejo y disposición del agua a través de 4 biodigestores y posteriormente, serán canalizados los efluentes en zanjas de infiltración. Por otro lado, también se aplicará un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, procedimientos de residuos peligrosos, procedimiento de supervisión y vigilancia ambiental que en conjunto prevendrán de algún modo la contaminación del suelo y el agua de la zona.*

### **Zona Geohidrológica Semicírculo de Cenotes.**

Esta zona geohidrológica tiene una superficie de 12,276 km<sup>2</sup>, y se localiza totalmente en el estado de Yucatán en su parte noroeste; recibe una lámina de precipitación media anual de 900 mm por lo que la recarga vertical es pequeña. El volumen de lluvia alcanza un valor de 11,000 Mm<sup>3</sup>. El problema principal es debido a que en esta zona se localiza la Ciudad de Mérida, que con una población aproximada de 705,055 habitantes, produce una fuerte contaminación de origen antropogénico, ya que las aguas residuales no son tratadas adecuadamente, las cuales terminan filtrándose hacia las zonas costeras del estado.

Esta zona está delimitada por una banda de cenotes, que demarca una frontera entre calizas fracturadas fuera de la estructura y no fracturadas dentro de la misma; así mismo, contiene aguas de la familia cálcico-bicarbonatadas de muy buena calidad, para todo uso.

Forma una estructura geológica, que propicia la migración lateral del agua subterránea, dando como resultado incrementos de flujo, disolución y colapsos, factores que intervienen en la formación de cenotes (CNA, 199738).

El agua subterránea del estado de Yucatán se utiliza para uso doméstico e industrial, entre otros. El agua subterránea en la Península se mueve de las zonas de mayor precipitación, hacia la costa en una dirección norte-noroeste, donde se realiza la descarga natural del acuífero por medio de una serie de manantiales ubicados a lo largo del litoral.

### **Usos principales.**

El agua subterránea de la zona se utiliza principalmente para satisfacer los requerimientos derivados del el uso de servicios sanitarios y otros servicios de los habitantes de las localidades costeras. Este recurso es proporcionado principalmente por las direcciones de obras públicas de los municipios, los cuales mediante pozos de extracción obtienen este recurso, pasándolos por sistemas simples de cloración para su posterior distribución a las localidades.

Así mismo se identifica que algunos particulares realizan pozos tanto del tipo artesanal como con maquinarias para perforar y obtener este recurso, pudiendo destinar este recurso tanto para uso domiciliario como con fines comerciales.

### **Problemática ambiental.**

En el semicírculo de cenotes se tiene concesionado el 43% del agua y se produce el 61% de las aguas residuales. Evidentemente en el semicírculo de cenotes se genera la mayor cantidad de residuos sólidos y residuos peligrosos, así como la mayor concentración de la actividad porcícola.

El acuífero de la zona de estudio se caracteriza por una alta permeabilidad y transmisividad, poca carga hidráulica, nivel freático estable y dirección de flujo radial desde al área de recarga hasta las costas.

Las características de las aguas subterráneas de la región indican que se trata de aguas duras con alto contenido de  $\text{CaCO}_2$  (mayor de 300 ppm) y una temperatura de alrededor de los 25°C. En lo que respecta a los minerales disueltos como el hierro (Fe), manganeso (Mn), sodio (Na) y a los sulfatos, las concentraciones son bajas con -0.3 ppm, 0.05 ppm, <400 ppm y <250 ppm, respectivamente (CNA, 2000). El acuífero de la zona del proyecto no se encuentra dentro de alguna categoría de protección de la CNA, y no existen por el momento restricciones de uso, más que las obligaciones relacionadas con la obtención de un título de concesión para el aprovechamiento y descarga de aguas residuales.

A pesar de que el agua subterránea de la zona es de muy buena calidad respecto del resto de la Península, la calidad sanitaria del agua subterránea en los municipios, se ha deteriorado debido al inadecuado e ineficiente tratamiento de aguas sanitarias e industriales que se descargan al manto freático y las infiltraciones al freático de contaminantes provenientes de las actividades agrícolas y pecuarias como la porcicultura.

El proyecto no modificará ninguna de las características del sistema hídrico, no modificará patrones de flujo subterráneo. Es muy importante mencionar que el proyecto consiste en un complejo habitacional de tipo social, donde se generarán volúmenes considerables de aguas residuales.

*El proyecto no modificará ninguna de las características (captación, flujo subterráneo y calidad) del sistema hídrico. El flujo superficial representado principalmente por las escorrentías locales se mantendrá aún con la presencia de áreas verdes. Por otro lado, aun de que se afectara vegetación, también contempla el establecimiento de áreas de conservación las cuales permanecerán con el suelo y vegetación natural, donde solamente se realizaran actividades de limpieza de posibles herbáceas invasoras, por lo que dichas áreas no serán afectadas y podrán ser capaces de seguir llevando a cabo servicios ambientales como la recarga del acuífero.*

*La calidad del agua no se verá afectada por el proyecto, puesto que durante la construcción se aplicara un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, procedimientos de residuos peligrosos, procedimiento de supervisión y vigilancia*

ambiental que en conjunto prevendrán de algún modo la contaminación del suelo y el agua de la zona.

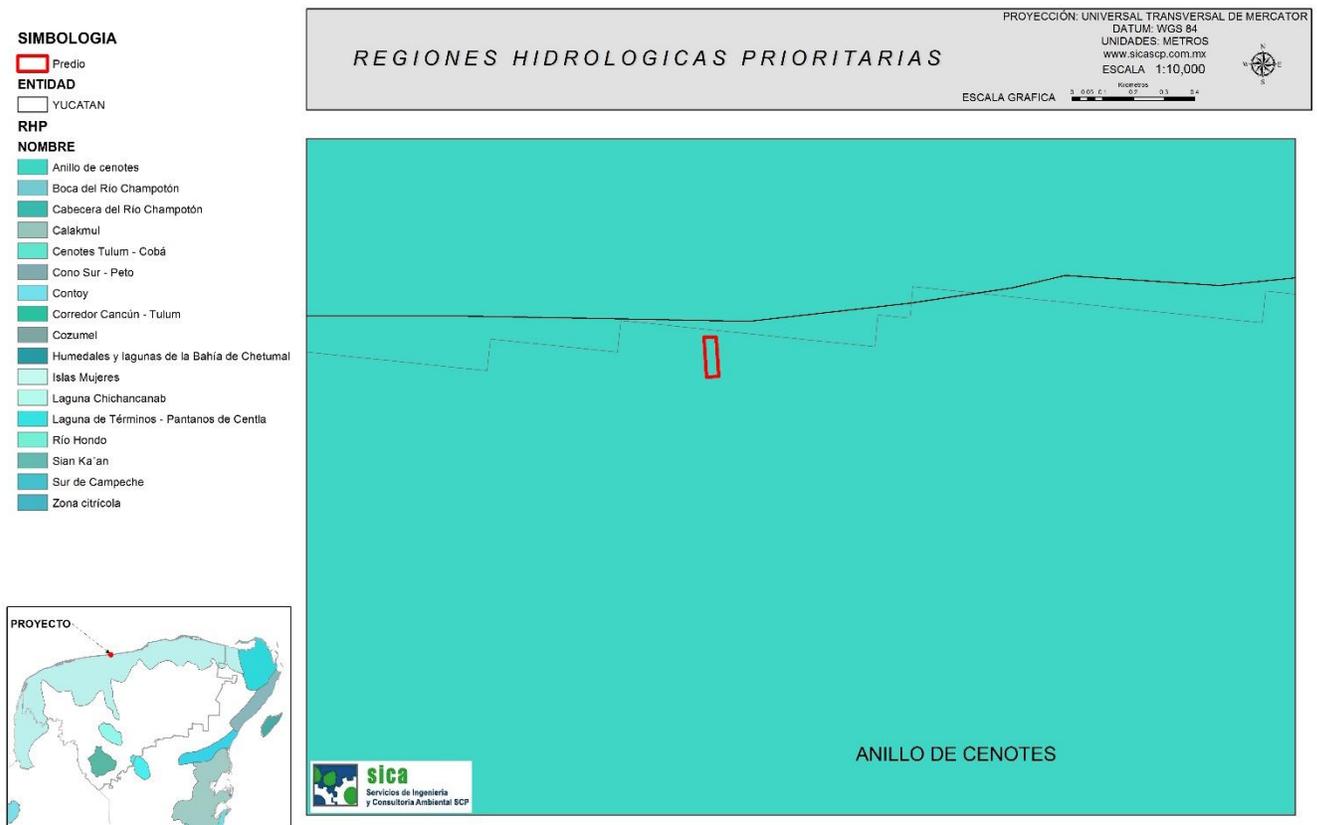
### Regiones hidrológicas prioritarias (RHP).

Dentro de la Cuenca Yucatán se encuentra 4 de las 18 regiones hidrológicas prioritarias (RHP) de la península de Yucatán, mismas que se observan en la **Figura 4.10**.

Las RHP registradas en la cuenca son:

- **RHP 99.** Laguna de Chichancanab.
- **RHP 100.** Cono Sur-Peto.
- **RHP 101.** Zona Citrícola.
- **RHP 102.** Anillo de Cenotes.

Cada una de estas RHP presenta una problemática y una descripción acerca de los aspectos abióticos y bióticos que la hacen prioritaria e importante en la región hidrológica de la península de Yucatán.



**Figura 4.7.** Ubicación del proyecto con relación a las RHP de la Cuenca Yucatán (Arriaga Cabrera *et al*, 1998, en CONABIO, 1998<sup>4</sup>).

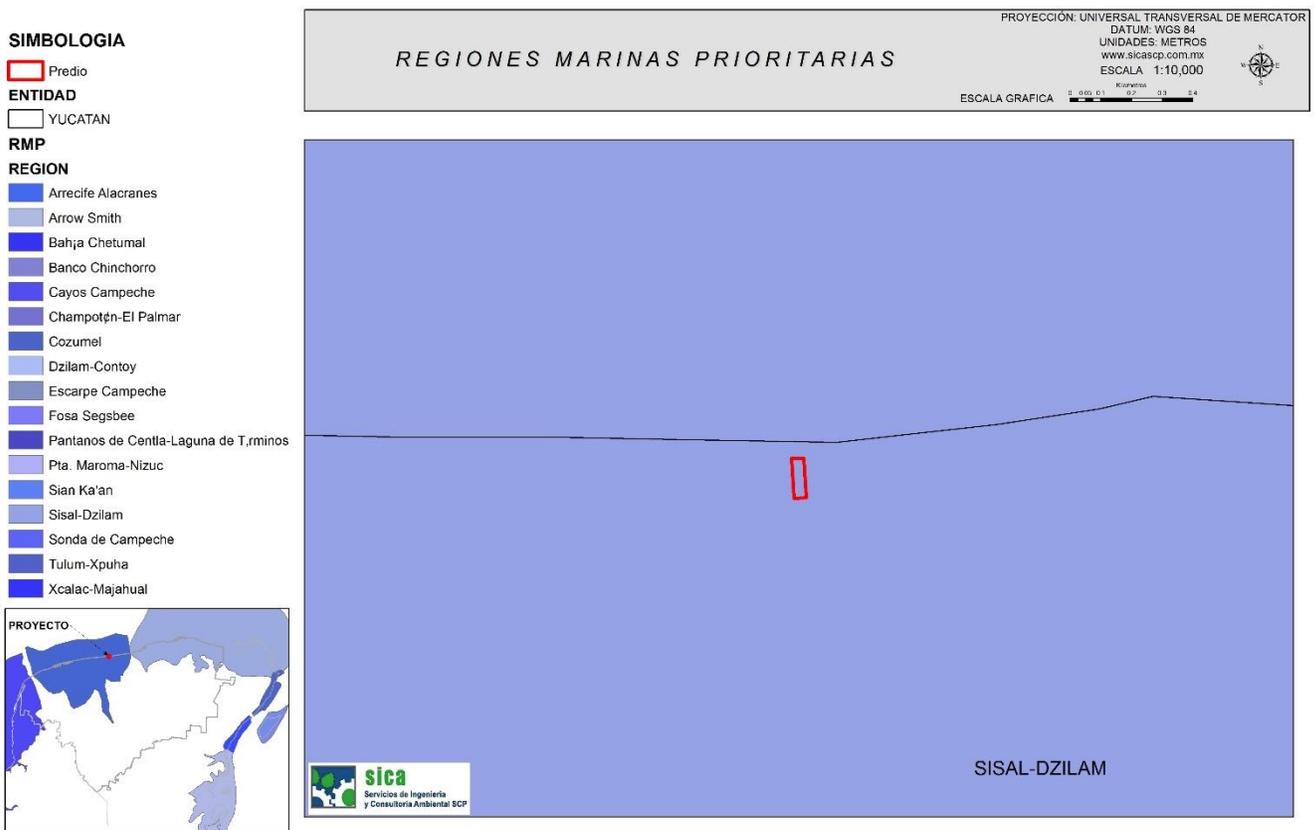
<sup>4</sup> CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México. Estudio de país.

Como se puede observar en la figura anterior el proyecto se encuentra inmerso dentro de la **RHP 102 Anillos de Cenotes**, aunque es importante señalar que dentro del predio no se encuentran cuerpos de agua de ningún tipo, ni cenotes.

**Regiones marinas prioritarias (RMP).**

Dentro de la Cuenca Yucatán se encuentran únicamente 3 RMP de las 16 registradas para la Región XII de la Península de Yucatán las cuales se mencionan a continuación y se visualizan en la **Figura 4.11**:

- **RMP 60.** Champotón- El Palmar.
- **RMP 61.** Sisal-Dzilam.
- **RMP 62.** Dzilam-Contoy.



**Figura 4. 8.** Ubicación de las RMP de la Cuenca Yucatán (Arriaga Cabrera *et al*, 1998, en CONABIO, 1998<sup>5</sup>).

Como se puede observar en la figura anterior el proyecto se encuentra inmerso dentro de la **RMP 61 Sisal-Dzilam**, la distancia a la zona costera es de 22 kilómetros.

<sup>5</sup> CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México. Estudio de país.

## IV.2.3 MEDIO BIÓTICO

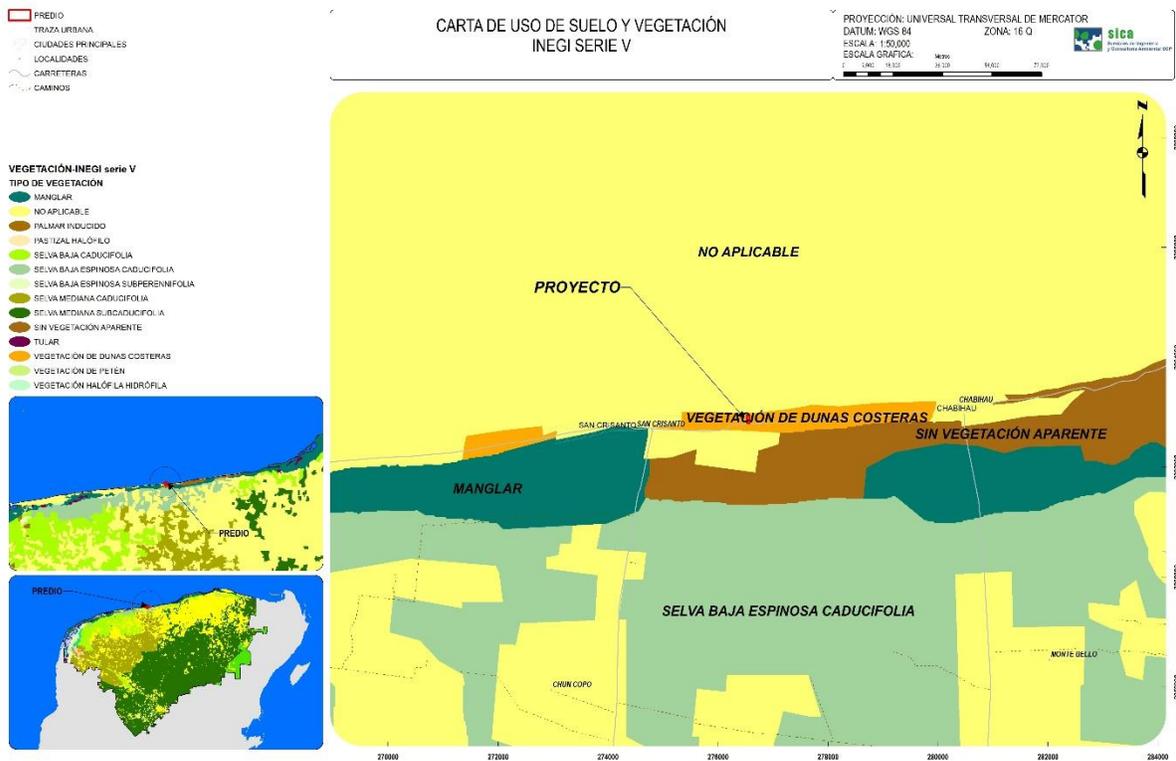
### Flora.

La vegetación de la Península está influenciada principalmente por el clima local, de tal forma que las selvas bajas se localizan hacia la porción occidental de la entidad y las medianas hacia la oriental (Duch, 1991). Por otro lado, la mayor parte del Estado de Yucatán está cubierta por selvas de tipo caducifolio y subcaducifolio, mientras que las selvas subperennifolias y perennifolias ocupan un área muy reducida.

Dentro de la Cuenca Yucatán se delimitaron los diferentes tipos de vegetación usando conjunto de datos vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación SERIE V del INEGI (2013) y a través del Programa Esri ArcMap Versión 10.0 (Esri Inc, 1999-2010). Como resultado de esta delimitación se obtuvieron diferentes de paisaje y tipos de vegetación con sus respectivas superficies y representatividad dentro de la Cuenca Yucatán, tal como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 4.5.** Tipos de vegetación presentes dentro de la Cuenca Yucatán.

TIPOS DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)
Manglar	137,867.93	3.3%
No Aplicable	1,165,321.01	27.6%
Palmar Inducido	291.45	0.0%
Pastizal Halófilo	2,615.66	0.1%
Pastizal Inducido	32,169.07	0.8%
Sabana	10,212.48	0.2%
Selva Baja Caducifolia	240,406.63	5.7%
Selva Baja Espinosa Caducifolia	40,250.88	1.0%
Selva Baja Espinosa Subperennifolia	53,685.88	1.3%
Selva Baja Subcaducifolia	12,456.96	0.3%
Selva Mediana Caducifolia	791,286.60	18.7%
Selva Mediana Subcaducifolia	1,560,675.67	36.9%
Selva Mediana Subperennifolia	41,749.93	1.0%
Sin Vegetación Aparente	35,098.16	0.8%
Tular	37,639.65	0.9%
Vegetación De Dunas Costeras	5,117.20	0.1%
Vegetación De Petén	60,216.88	1.4%
Vegetación Halófila Hidrófila	852.57	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>4,227,914.59</b>	<b>100.0%</b>



**Figura 4.9.** Usos del suelo y vegetación presente en el área del proyecto.

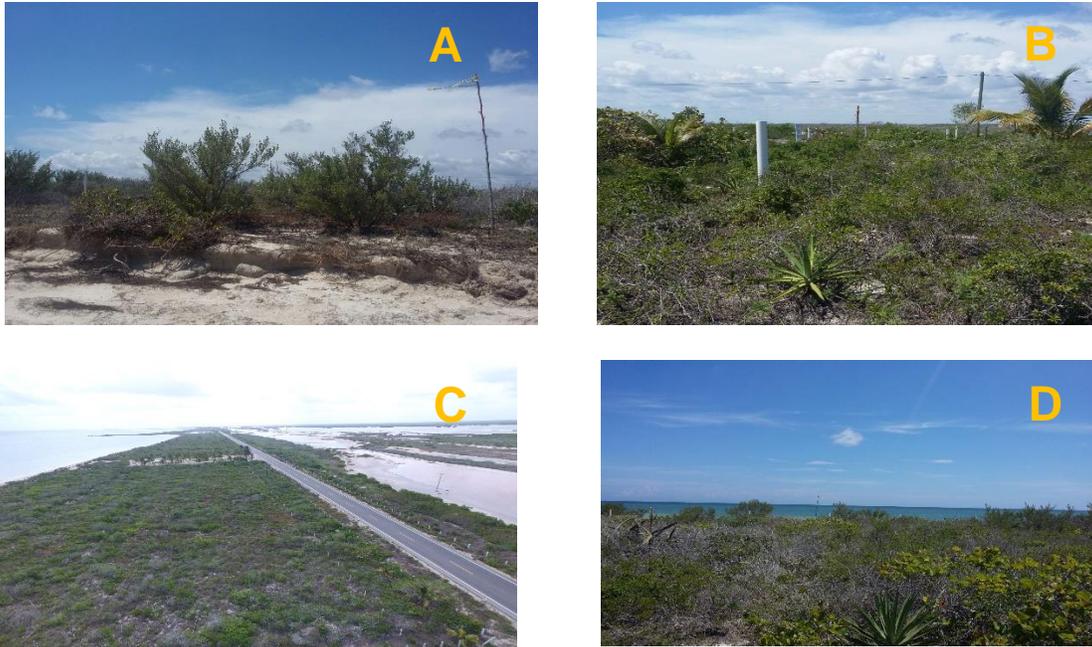
Como se puede observar, la vegetación original del predio ha sido removida con anterioridad como consecuencia de diversas actividades que se han realizado en la zona y por la cercanía de la población y de la zona portuaria.

Sin embargo, de acuerdo a las observaciones de campo, los muestreos de la vegetación y el inventario forestal realizados en el predio se pudo observar que la vegetación ciertamente es secundaria derivada duna costera.

**Tipos de vegetación en toda la zona de estudio y sus colindancias.**

Toda la zona del proyecto se encuentra impactada ya que la zona está entre el puerto de Telchac y el puerto de Chabihau los cuales son comunicados por una carretera que está continuamente transitada.

A continuación se presenta algunas fotos que permiten visualizar el estado de la vegetación de la zona.



**Figura 4.10.** Diversos panoramas del área de estudio, la cual es compartida en el área de influencia, ya que las diversas zonas se distribuyen en estructura, de manera similar y paralela a la línea costera. A) Visualización de la zona norte, B) vegetación arbustiva de la zona sur, C) carretera que comunica el poblado de San Crisanto con el puerto, D) la vegetación arbustiva esta entremezclada por especies herbáceas.

- **Descripción de la flora dentro del predio del proyecto.**

### Muestreo florístico

Se desarrolló un muestreo del estado actual que presenta la vegetación de la zona, estos muestreos se realizaron en 10 cuadrantes. El objetivo de trazar los cuadrantes fue el de identificar las especies presentes, la composición, estructura y diversidad de las especies por estratos de la comunidad vegetal del área a afectar por el proyecto. Durante el recorrido, se registró el nombre común, el nombre científico y la familia botánica a la que pertenece cada especie reconocida en el área de estudio.

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, 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

En total se llevó a cabo un inventario basado en el levantamiento de datos en 10 puntos de muestreo con cuadrantes de 49 m<sup>2</sup> (7 m x 7 m). Adicionalmente a lo anterior se realizaron recorridos por todo lo largo y ancho del predio con la finalidad de hacer un listado florístico general. La ubicación central de los sitios de muestreo se pueden observar en la **Figura 4.11** y en la **Tabla 4.6**.

Se realizó una comparación de las especies identificadas con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 4.6.** Coordenadas centrales UTM de los sitios de muestreo (zona 16Q).

SITIO	X	Y
1	276553.7137	2362802.1511
2	276554.0747	2362822.9963
3	276550.0225	2362842.4854
4	276539.3969	2362868.8539
5	276537.7668	2362894.1621
6	276547.5151	2362916.6851
7	276546.7529	2362935.9303
8	276557.4752	2362899.3260
9	276558.3122	2362886.3323
10	276563.4711	2362864.0256

- SITIOS
- PREDIO
- ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO

SITIOS DE MUESTREO

PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR  
 DATUM: WGS 84  
 ESCALA: 1:711  
 ESCALA GRAFICA:

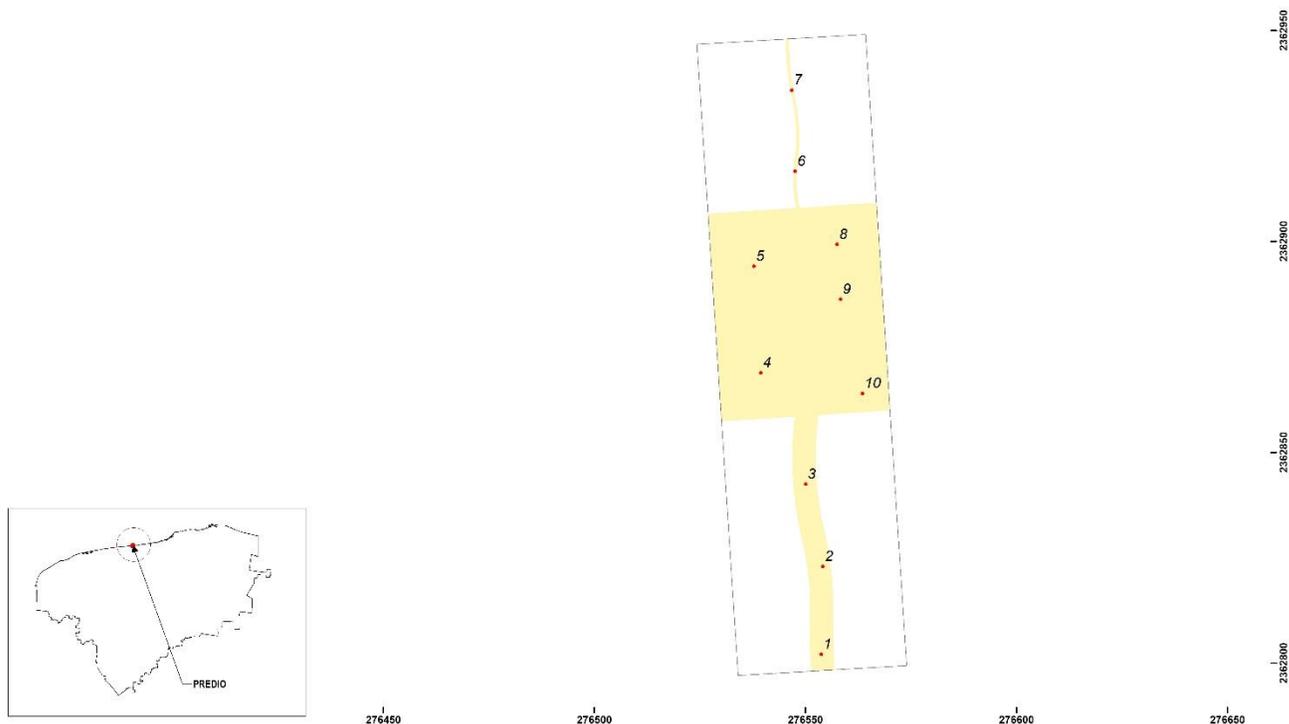


Figura 4.11. Distribución de los sitios de muestreo en el predio bajo estudio.

No obstante a lo anterior, se realizaron recorridos en las colindancias de los sitios de muestreo con la finalidad de tener un listado florístico general más completa del predio.

- **Listado de especies observadas y registradas.**

**Resultados del muestreo**

En total se observó en el predio y su área de influencia la presencia de 45 especies de plantas pertenecientes a 44 géneros y 27 familias botánicas. No se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas especies están contempladas en el estrato herbáceo (44 especies), arbustivo (9 especies) y arbóreo (0 especies), y cuya representatividad de los mismos se observa en el siguiente gráfico.

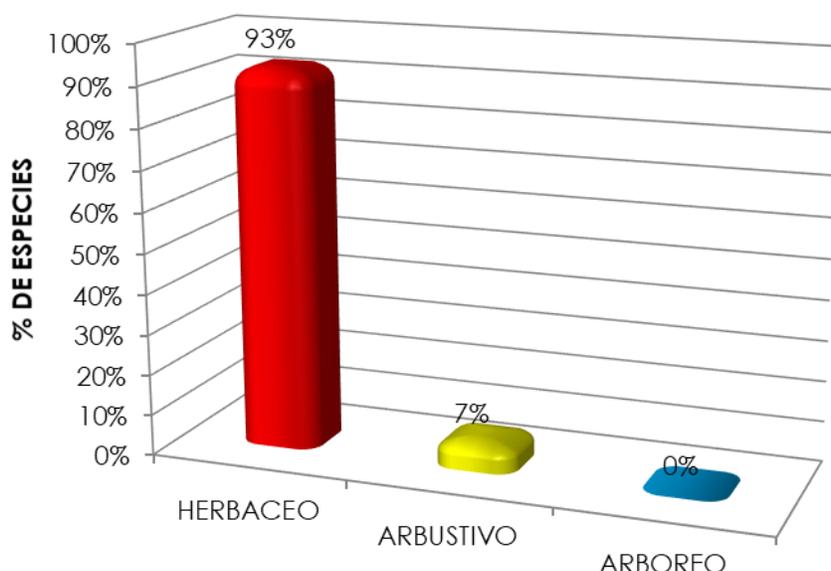


Figura 4.11. Representatividad de las especies de flora silvestre registradas dentro del predio.

A continuación se presenta la distribución de las especies registradas por estratos en el área de estudio:

Tabla 4.7. Listado de especies observadas en el área del proyecto y zona de influencia.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA	USOS
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Julub		Construcción (cerca para gallinas), medicinal (contra el látex del chechen).
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw. var. <i>angustifolia</i>	Ch'elem		Textil (Para obtener fibra) y melífera.
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima</i> (Mart.) Chodat & Hassl.	Sak mul		
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Lirio k'aax		

MIA MODALIDAD: PARTICULAR

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA	USOS
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem		Tóxica.
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook		
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	K'an tumbuub		
Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Apazote xiw		Forrajera.
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw		
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Chal che'		Medicinal (para dolor de cabeza, para la calentura).
Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukiil		Medicinal (para curar heridas, para cólicos, para mal de orina).
Bataceae	<i>Batis maritima</i> L.	Alambrillo		Medicinal (disentería, llagas e inflamación).
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schul.	Tabaquillo		Melífera.
Cactaceae	<i>Acanthocereus tatragnus</i> (L.) Hummelinck	Xnumtsuysuy		
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam		
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose. ssp. <i>donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer.	Koj kaan	Endémica	
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché		Medicinal.
Capparaceae	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) H.H. Iltis & X. Cornejo. ssp. <i>yucatanensis</i> (Lundell) Iltis	Bojk'anche'		Construcción.
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz.	ND		
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a		
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Campanilla		
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Tso'ots' aak'		
Euphorbiaceae	<i>Croton flavens</i> L.	Ek' balam		
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum		
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	Ch'iin took'		
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i> Mur.	Jobon xiiw		
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup		Melífera.
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i> L.	K'an le' kay		
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'		
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo		
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	Endémica	
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up		
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Bisil		
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil		
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok		
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul		Tóxico.

MIA MODALIDAD: PARTICULAR

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA	USOS
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk		
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene. var. <i>spicata</i>	Baakel aak'		
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Ni' che'		
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i> Sw.	ND		
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	Endémica	El fruto es comestible.
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	Pats'il		
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le'		
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Mo'ol peek		
Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i> L.	Chan koj xnuk		

**Especies del estrato herbáceo.**

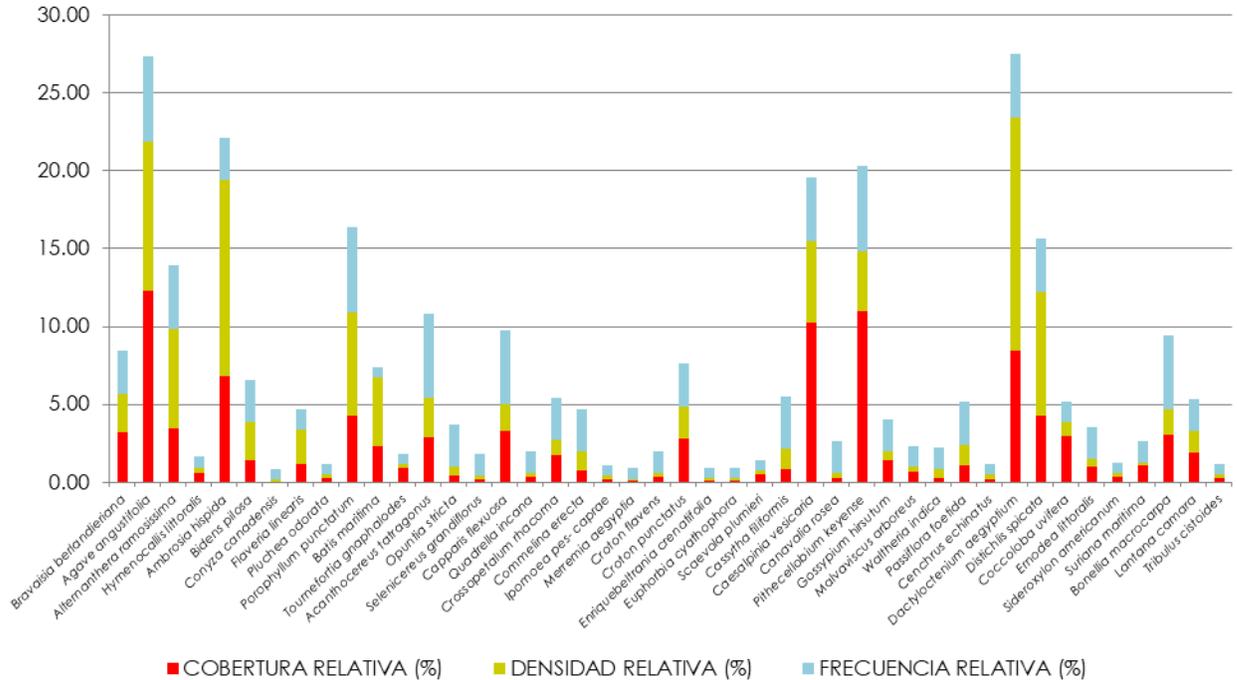
En el estrato herbáceo del predio bajo estudio y en donde se llevara a cabo el CUSTF se registraron 44 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla 4.8.** Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo del área de estudio.

ESPECIE	COB REL (%)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VIR
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	3.19	2.51	2.72	8.41
<i>Agave angustifolia</i>	12.31	9.59	5.44	27.34
<i>Alternanthera ramosissima</i>	3.45	6.43	4.08	13.96
<i>Hymenocallis littoralis</i>	0.63	0.33	0.68	1.64
<i>Ambrosia hispida</i>	6.78	12.64	2.72	22.14
<i>Bidens pilosa</i>	1.37	2.51	2.72	6.60
<i>Conyza canadensis</i>	0.06	0.11	0.68	0.85
<i>Flaveria linearis</i>	1.17	2.18	1.36	4.71
<i>Pluchea odorata</i>	0.26	0.22	0.68	1.16
<i>Porophyllum punctatum</i>	4.28	6.64	5.44	16.37
<i>Batis maritima</i>	2.34	4.36	0.68	7.38
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	0.95	0.22	0.68	1.85
<i>Acanthocereus tataragonus</i>	2.88	2.51	5.44	10.83
<i>Opuntia stricta</i>	0.47	0.54	2.72	3.73
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	0.20	0.22	1.36	1.78
<i>Capparis flexuosa</i>	3.28	1.74	4.76	9.78
<i>Quadrella incana</i>	0.37	0.22	1.36	1.94
<i>Crossopetalum rhacoma</i>	1.73	0.98	2.72	5.43
<i>Commelina erecta</i>	0.79	1.20	2.72	4.71
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	0.18	0.22	0.68	1.08
<i>Merremia aegyptia</i>	0.10	0.11	0.68	0.88

## MIA MODALIDAD: PARTICULAR

ESPECIE	COB REL (%)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VIR
<i>Croton flavens</i>	0.37	0.22	1.36	1.94
<i>Croton punctatus</i>	2.81	2.07	2.72	7.60
<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	0.13	0.11	0.68	0.92
<i>Euphorbia cyathophora</i>	0.13	0.11	0.68	0.92
<i>Scaevola plumieri</i>	0.50	0.22	0.68	1.40
<i>Cassytha filiformis</i>	0.80	1.31	3.40	5.51
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	10.25	5.23	4.08	19.56
<i>Canavalia rosea</i>	0.30	0.33	2.04	2.67
<i>Pithecellobium keyense</i>	11.02	3.81	5.44	20.28
<i>Gossypium hirsutum</i>	1.42	0.54	2.04	4.00
<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.66	0.33	1.36	2.35
<i>Waltheria indica</i>	0.29	0.54	1.36	2.20
<i>Passiflora foetida</i>	1.12	1.31	2.72	5.15
<i>Cenchrus echinatus</i>	0.18	0.33	0.68	1.18
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	8.42	15.03	4.08	27.54
<i>Distichlis spicata</i>	4.27	7.95	3.40	15.62
<i>Coccoloba uvifera</i>	2.95	0.87	1.36	5.19
<i>Ernodea littoralis</i>	0.96	0.54	2.04	3.55
<i>Sideroxylon americanum</i>	0.37	0.22	0.68	1.26
<i>Suriana maritima</i>	1.05	0.22	1.36	2.63
<i>Bonellia macrocarpa</i>	3.07	1.63	4.76	9.47
<i>Lantana camara</i>	1.89	1.42	2.04	5.34
<i>Tribulus cistoides</i>	0.26	0.22	0.68	1.16
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



**Figura 4.12.** Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo registrado dentro del predio bajo estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato herbáceo fueron *Agave angustifolia* (12.31%), *Pithecellobium keyense* (11.02%) y *Caesalpinia vesicaria* (10.25%). Así mismo, *Dactyloctenium aegyptium* (15.03%), *Ambrosia hispida* (12.64%) y *Agave angustifolia* (9.59%) fueron las especies más importantes por su densidad. Por último, las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *Agave angustifolia* (5.44%), *Pithecellobium keyense* (5.44%) y *Acanthocereus tatragonus* (5.44%).

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: *Dactyloctenium aegyptium* (27.54%), *Agave angustifolia* (27.34%) y *Ambrosia hispida* (22.14%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla 4.9.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

ESPECIE	NO. DE IND	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	23	0.0251	-3.6867	0.0924
<i>Agave angustifolia</i>	88	0.0959	-2.3449	0.2248
<i>Alternanthera ramosissima</i>	59	0.0643	-2.7447	0.1764
<i>Hymenocallis littoralis</i>	3	0.0033	-5.7236	0.0187
<i>Ambrosia hispida</i>	116	0.1264	-2.0686	0.2614

## MIA MODALIDAD: PARTICULAR

ESPECIE	NO. DE IND	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Bidens pilosa</i>	23	0.0251	-3.6867	0.0924
<i>Conyza canadensis</i>	1	0.0011	-6.8222	0.0074
<i>Flaveria linearis</i>	20	0.0218	-3.8265	0.0834
<i>Pluchea odorata</i>	2	0.0022	-6.1291	0.0134
<i>Porophyllum punctatum</i>	61	0.0664	-2.7113	0.1802
<i>Batis maritima</i>	40	0.0436	-3.1333	0.1365
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	2	0.0022	-6.1291	0.0134
<i>Acanthocereus tatragonus</i>	23	0.0251	-3.6867	0.0924
<i>Opuntia stricta</i>	5	0.0054	-5.2128	0.0284
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	2	0.0022	-6.1291	0.0134
<i>Capparis flexuosa</i>	16	0.0174	-4.0496	0.0706
<i>Quadrella incana</i>	2	0.0022	-6.1291	0.0134
<i>Crossopetalum rhacoma</i>	9	0.0098	-4.6250	0.0453
<i>Commelina erecta</i>	11	0.0120	-4.4243	0.0530
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	2	0.0022	-6.1291	0.0134
<i>Merremia aegyptia</i>	1	0.0011	-6.8222	0.0074
<i>Croton flavens</i>	2	0.0022	-6.1291	0.0134
<i>Croton punctatus</i>	19	0.0207	-3.8778	0.0803
<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	1	0.0011	-6.8222	0.0074
<i>Euphorbia cyathophora</i>	1	0.0011	-6.8222	0.0074
<i>Scaevola plumieri</i>	2	0.0022	-6.1291	0.0134
<i>Cassytha filiformis</i>	12	0.0131	-4.3373	0.0567
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	48	0.0523	-2.9510	0.1543
<i>Canavalia rosea</i>	3	0.0033	-5.7236	0.0187
<i>Pithecellobium keyense</i>	35	0.0381	-3.2668	0.1246
<i>Gossypium hirsutum</i>	5	0.0054	-5.2128	0.0284
<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	0.0033	-5.7236	0.0187
<i>Waltheria indica</i>	5	0.0054	-5.2128	0.0284
<i>Passiflora foetida</i>	12	0.0131	-4.3373	0.0567
<i>Cenchrus echinatus</i>	3	0.0033	-5.7236	0.0187
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	138	0.1503	-1.8949	0.2849
<i>Distichlis spicata</i>	73	0.0795	-2.5317	0.2013
<i>Coccoloba uvifera</i>	8	0.0087	-4.7428	0.0413
<i>Ernodea littoralis</i>	5	0.0054	-5.2128	0.0284
<i>Sideroxylon americanum</i>	2	0.0022	-6.1291	0.0134
<i>Suriana maritima</i>	2	0.0022	-6.1291	0.0134
<i>Bonellia macrocarpa</i>	15	0.0163	-4.1141	0.0672
<i>Lantana camara</i>	13	0.0142	-4.2572	0.0603
<i>Tribulus cistoides</i>	2	0.0022	-6.1291	0.0134
<b>TOTAL</b>	<b>918</b>			<b>2.9879</b>

**Tabla 4.10.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

ESTRATO HERBÁCEO	
RIQUEZA (S)	44
H' CALCULADA	2.9879
H' MAXIMA=Ln (S)	3.7842
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7896
H MAX-H CAL	0.7963

El estrato herbáceo del ecosistema presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 44 especies, las cuales poseen una distribución de 0.7896, con el cual se afirma que existen especies dominantes. Las especies de mayor importancia en el estrato herbáceo dentro del predio son las siguientes: *Dactyloctenium aegyptium* (27.54%), *Agave angustifolia* (27.34%) y *Ambrosia hispida* (22.14%).

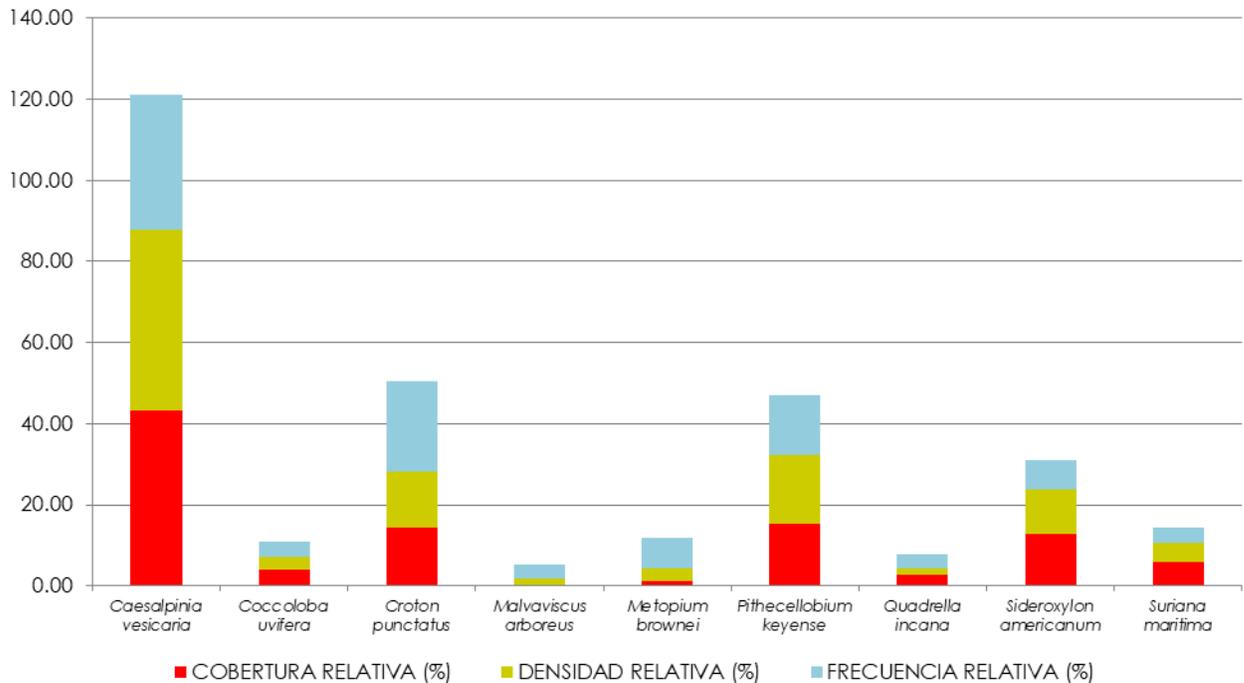
La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo dentro del predio es de 3.7842 y la H' calculada fue de 2.9879, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

#### **Especies del estrato arbustivo.**

En el estrato arbustivo del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron 9 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla 4.11.** Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbustivo del área de estudio.

ESPECIE	COB REL (%)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VIR
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	43.12	44.62	33.33	121.07
<i>Coccoloba uvifera</i>	4.19	3.08	3.70	10.98
<i>Croton punctatus</i>	14.26	13.85	22.22	50.33
<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.17	1.54	3.70	5.41
<i>Metopium brownei</i>	1.34	3.08	7.41	11.83
<i>Pithecellobium keyense</i>	15.27	16.92	14.81	47.01
<i>Quadrella incana</i>	2.68	1.54	3.70	7.93
<i>Sideroxylon americanum</i>	12.92	10.77	7.41	31.10
<i>Suriana maritima</i>	6.04	4.62	3.70	14.36
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



**Figura 4.13.** Valores de VIR de las especies del estrato arbustivo encontrado dentro del predio bajo estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato arbustivo fueron la *Caesalpinia vesicaria* (43.12%), *Pithecellobium keyense* (15.27%) y *Croton punctatus* (14.26%). Así mismo, *Caesalpinia vesicaria* (44.62%), *Pithecellobium keyense* (16.92%) y *Croton punctatus* (13.85%) fueron las especies más importantes por su densidad. Por último, las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *Caesalpinia vesicaria* (33.33%), *Croton punctatus* (22.22%) y *Pithecellobium keyense* (14.81%).

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: *Caesalpinia vesicaria* (121.07%), *Croton punctatus* (50.33%) y *Pithecellobium keyense* (47.01%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla 4.12.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato arbustivo del predio bajo estudio.

ESPECIE	NO. DE IND	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	29	0.4462	-0.8071	0.3601
<i>Cocoloba uvifera</i>	2	0.0308	-3.4812	0.1071
<i>Croton punctatus</i>	9	0.1385	-1.9772	0.2738
<i>Malvaviscus arboreus</i>	1	0.0154	-4.1744	0.0642

## MIA MODALIDAD: PARTICULAR

ESPECIE	NO. DE IND	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Metopium brownei</i>	2	0.0308	-3.4812	0.1071
<i>Pithecellobium keyense</i>	11	0.1692	-1.7765	0.3006
<i>Quadrella incana</i>	1	0.0154	-4.1744	0.0642
<i>Sideroxylon americanum</i>	7	0.1077	-2.2285	0.2400
<i>Suriana maritima</i>	3	0.0462	-3.0758	0.1420
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>			<b>1.6591</b>

**Tabla 4.13.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato arbustivo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	9
H' CALCULADA	1.6591
H' MAXIMA=Ln (S)	2.1972
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7551
H MAX-H CAL	0.5381

El estrato arbustivo del ecosistema presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 9 especies, las cuales poseen una distribución de 0.6746, con el cual se afirma que hay especies dominantes. Las especies de mayor importancia en el estrato arbustivo dentro del predio son las siguientes: *Caesalpinia vesicaria* (121.07%), *Croton punctatus* (50.33%) y *Pithecellobium keyense* (47.01%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del predio es de 2.1972 y la H' calculada fue de 1.6591, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

### Especies del estrato arbóreo.

No se registraron especies en este estrato, por lo que no se pudo realizar el análisis correspondiente.

- **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. NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Dentro del área del predio no se registraron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### **Especies endémicas**

En el área bajo estudio se registró las siguientes especies endémicas *Selenicereus grandiflorus*, *Pithecellobium keyense* y *Sideroxylon americanum*.

### Conclusiones particulares.

- La superficie del polígono bajo estudio donde se llevará a cabo la construcción del proyecto, corresponde a una zona anteriormente impactada principalmente por fenómenos naturales y actividades productivas por el hombre.
- 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.
- De manera general, se concluye que las especies vegetales presentes en los cuadrantes son típicas de la vegetación secundaria derivada de duna costera principalmente, cuya presencia es una característica en las áreas impactadas antropogénicamente. Por lo que se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto.

---

### Fauna silvestre

---

México es un país de megadiversidad, status que comparte con países como Brasil, Perú, Colombia, Indonesia, Madagascar, entre otros. Ocupa el primer lugar en la riqueza reptiles, el cuarto en anfibios, el segundo en mamíferos y el onceavo en aves (Rodríguez *et al*, 2003). Además de su riqueza en especies, México tiene un alto porcentaje de especies endémicas, colocándolo en tercer lugar después de Indonesia y Australia.

La diversidad de especies se encuentra distribuida heterogéneamente. En muchos grupos, el número de especies disminuye al aumentar la latitud o la altitud (Pianka 1966, Kucera 1978, Humphrey y Bonaccorso 1979, Graham 1983). También, el paisaje puede jugar un papel importante; la complejidad del hábitat, determinada por una mayor variación ambiental, sea climática, topográfica o en tipos de vegetación, propicia que los hábitats heterogéneos contengan una mayor riqueza de especies, tanto florística como faunística, en comparación con aquellos hábitats homogéneos (Vargas-Contreras y Hernandez-Huerta 2001).

Además, entre los mecanismos que promueven los patrones de distribución se mencionan el cambio de parámetros abióticos (temperatura, humedad, precipitación y altitud), la reducción del área efectiva, la complejidad y la productividad biológica de los hábitats, entre otros factores bióticos correlacionados (Graham 1983, Rosenzweig 1992, Sánchez-Cordero 2001). Sin embargo, los estudios sobre este tema son aún incipientes en México.

Como se ha mencionado, dentro del predio bajo estudio se cuenta con una cobertura de vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia en un grado medio de recuperación y con algunos fragmentos con vocación forestal. Lo que de cierta manera contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna silvestre. Esto es relevante puesto que las especies presentes en el área del proyecto son predominantemente las de afinidad terrestre, asociadas a este tipo de ecosistema.

Con el fin de obtener el mayor reconocimiento posible de la fauna y otras características de la región, se revisaron listados y trabajos elaborados previamente en las áreas de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se presenta una comparación de la fauna silvestre con ocurrencia regional y local.

**Tabla 4.14.** Comparativo de la fauna silvestre nacional, regional y local.

<b>GRUPO</b>	<b>MÉXICO</b>	<b>PENÍNSULA</b>	<b>YUCATÁN</b>
Anfibios	361	43	18
Reptiles	804	139	87
Aves	1,100	550	456
Mamíferos	550	151	129
<b>TOTAL</b>	<b>2,712</b>	<b>883</b>	<b>662</b>

Por último, para determinar las especies de vertebrados terrestres presentes en el predio bajo estudio, se procedió a realizar una valoración de la fauna. Los monitoreos estuvieron dirigidos para cada grupo de vertebrado (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables vigentes.

### **Metodología de muestreo para cada grupo de fauna**

#### **Material y Métodos**

##### **Trabajo de Campo**

Con el fin de determinar los valores de riqueza y abundancia de las especies de fauna terrestre presentes en área de cambio de uso de suelo del proyecto, se realizaron muestreos intensivos con el propósito de conocer la diversidad de fauna terrestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos medianos), esto durante el mes de marzo del 2017.

Las metodologías empleadas consisten en el registro directo de las especies tal como la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos medianos) y la auditiva (para el caso de aves). Los registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, entre otros) se contemplaron únicamente para realizar los listados totales y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos. Todo esto enfatizado de manera especial sobre las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables en el área del proyecto.

Las metodologías específicas para el muestreo de cada grupo de fauna se describen a continuación:

### **Anfibios y Reptiles**

La verificación en campo de anfibios y reptiles se realizó mediante el método de transectos en franja con un ancho de banda fijo de 4 metros (dos metros por lado). La distancia total del transecto fue de 300 m (esto debido al tamaño superficie del proyecto) para ambos grupos.

Para el grupo de anfibios, se consideraran los registros únicamente en las primeras horas del día (07:00 a 10:00 hrs) y las ultimas de la tarde (17:00 a 19:00). Y para estimar las abundancias de estos grupos se han establecido transectos diurnos (día y tarde) entre los horarios de 11:00 hrs a 14:00 hrs y de 15:00 hrs a 17:00 hrs. Que son los horarios en que presentan mayor actividad estos grupos.

Durante los recorridos se realizó una búsqueda exhaustiva de cada individuo, revisando entre la hojarasca, de bajo de troncos, piedras y sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos. Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000), Campbell (1998), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela *et al.* (1995) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO, 2012).

### **Aves**

Para el caso de aves se realizaron puntos de conteo con radio fijo. Este método es descrito por Bibby, y colaboradores (1993) y es uno de los más empleados por investigadores ya que facilita la identificación de un mayor número de especies. Así mismo, el método permite estimar con mayor precisión las abundancias relativas y/o las densidades de las especies de aves, y comparar las poblaciones de una o varias especies en un hábitat por más heterogéneo que este sea (Wunderle, 1994 y Whitman *et al.*, 1997).

Para asegurar el registro de todas las especies e individuos dentro de los puntos de conteo, y considerando la densidad de la vegetación al interior del predio, se definió un radio fijo con una distancia reducida de 15 m tal como lo sugiere Wunderle (1994). De esta manera se evita pasar por alto aquellas especies pequeñas o sigilosas, difíciles de detectar. En total se realizaron 4 sitios de muestreo.

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, 1994) y para especies migratorias (National Geographic society, 1987 y Sibley, 2003). La nomenclatura empleada fue la propuesta por la Unión Ornitológica americana (2002) (AOU, por sus siglas en ingles).

## Mamíferos medianos

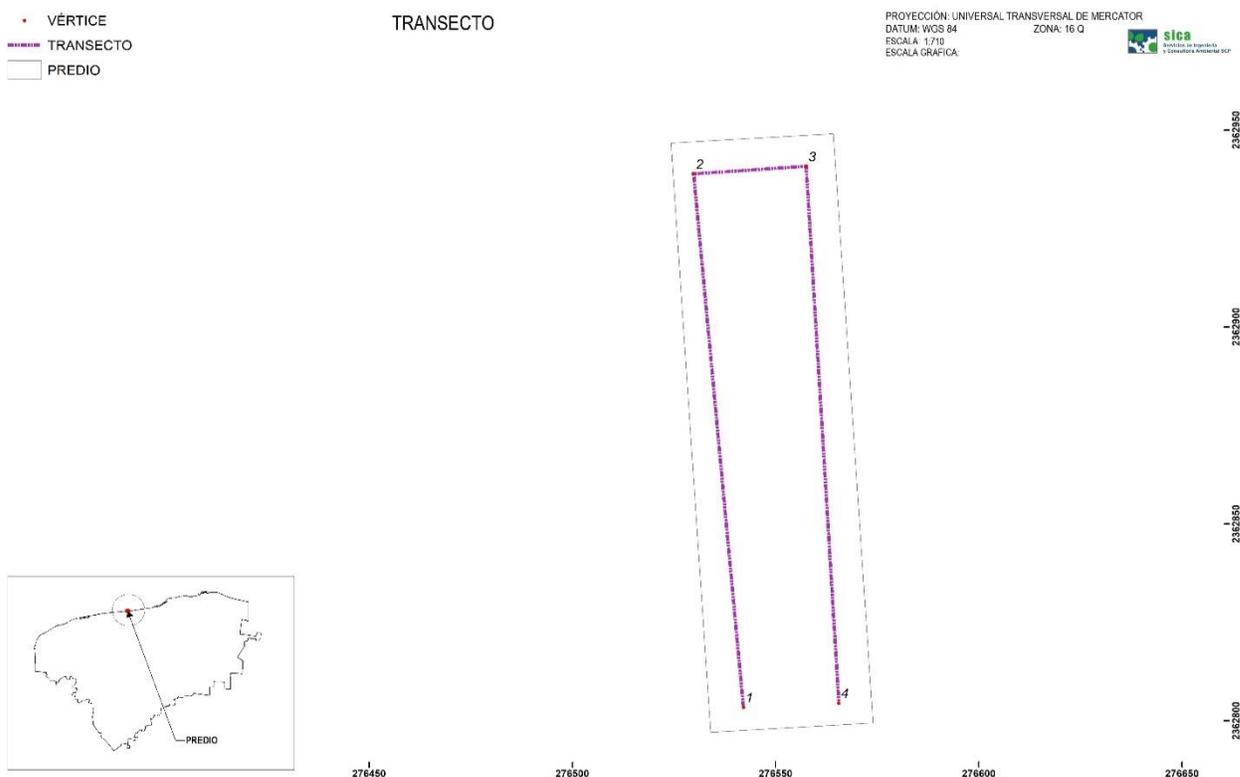
La presencia de los mamíferos de talla mediana y grande se registró mediante métodos directos (observaciones diurnas y nocturnas) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (1997) y Aranda (2000, 2012).

La estimación de las abundancias se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transectos en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2000).

Los datos de los muestreos de campo sirvieron para la realización de las estimaciones de los índices de diversidad de Shannon-Wiener y equidad de Pielou por grupos de fauna silvestre.

## Material y Equipo

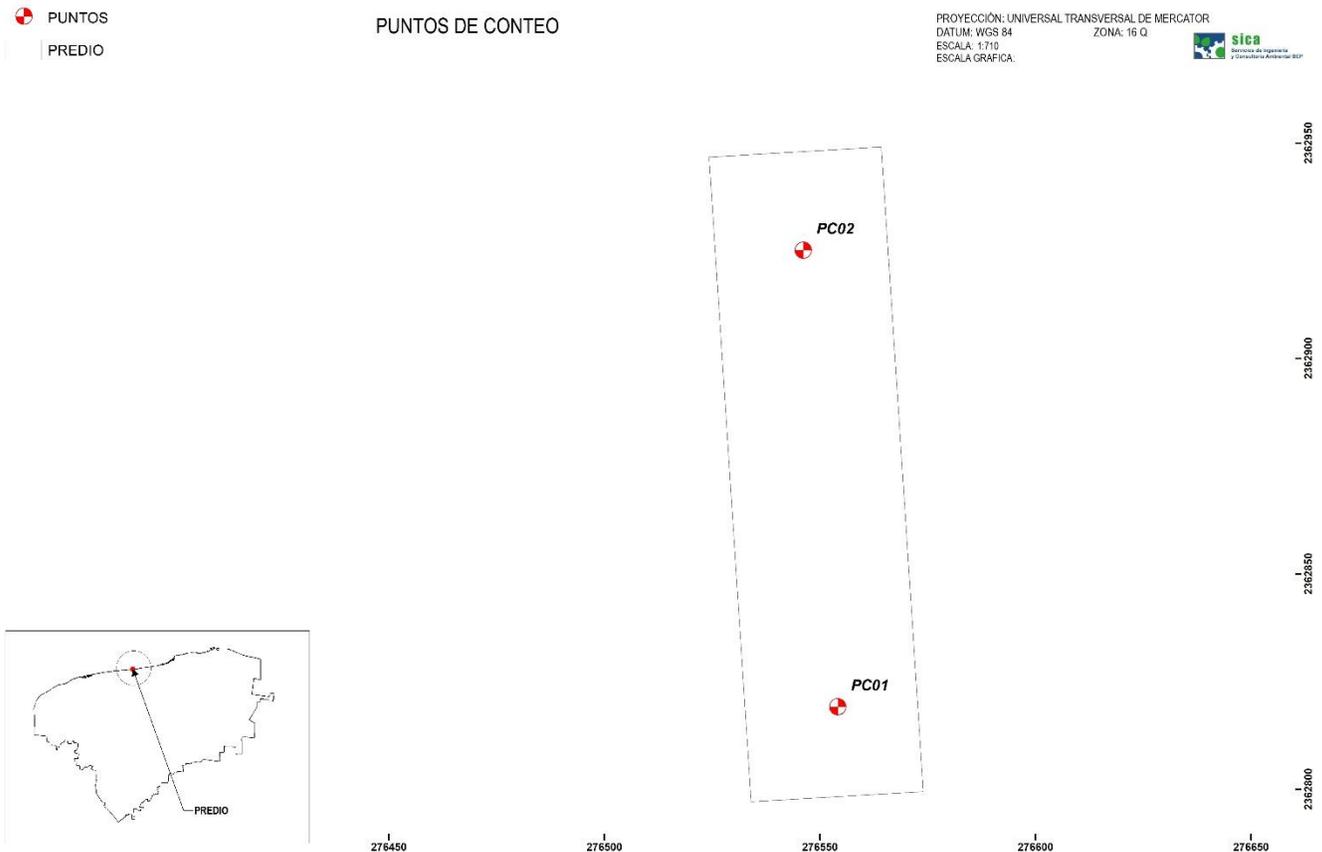
Durante el trabajo de campo se requirió del apoyo de materiales y equipos tales como: GPS (Garmin ETREX), cámaras para la obtención de fotos, binoculares, vara herpetológica, cinta biodegradable, guías de reptiles y anfibios, guías de aves, guías de mamíferos, etc.



**Figura 4.15.** Ubicación del transecto lineal que se tomó de base para el monitoreo de la fauna silvestre

**Tabla 4.15.** Coordenadas de los puntos de conteo de muestreo dentro del polígono del proyecto para CUSTF.

PUNTO	X	Y
PC01	276553.4308	2362818.9952
PC02	276545.9804	2362924.5344



**Figura 4.16.** Ubicación de los puntos de conteo de aves realizados en el muestreo de campo.

**Tabla 4.16.** Coordenadas del transecto en banda realizado dentro del polígono del proyecto.

VÉRTICE	X	Y
1 (inicio)	276542.0608	2362803.4592
2	276529.8278	2362938.9133
3	276557.4992	2362940.8680
4(final)	276565.5464	2362804.5083

### Análisis de Datos

Para conocer la riqueza de las especies, se definieron los sitios de muestreo con el fin de que representen de manera homogénea los fragmentos de vegetación presentes al interior del predio. Durante la aplicación de las metodologías ya descritas, se anotaron las especies que eran observadas dentro y fuera de los transectos y/o puntos de conteo. Así mismo se consideraron datos sobre registros indirectos como es el caso de huellas,

excretas, madrigueras, entre otros con el fin de poder confirmar la presencia del mayor número de especies.

**Abundancia:** expresada como el número total de individuos encontrados en un área determinada.

### **Densidad e índice de abundancia relativa**

La densidad de las diferentes especies se refleja cómo número de individuos por unidad de área. Para el presente estudio se empleara la hectárea como unidad de medición para anfibios, reptiles y aves, y para mamíferos medianos se empleara el km<sup>2</sup>. Para obtener este valor se consideró el promedio (de las dos replicas) de las abundancias totales por cada grupo, la superficie total muestreado por grupo y el valor del factor de conversión de metros a hectáreas (10,000 m<sup>2</sup>) y de metros a kilómetros (1,000,000 m<sup>2</sup>)

Para la metodología de transecto en franja se empleó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n}{(L)(2*w)} * (fc)$$

D= densidad

n= promedio del número de individuos registrados dentro del transecto.

L= largo total de los transectos en metros

w= ancho del transecto en metros

fc= factor de conversión.

Para la metodología de puntos de conteos se empleó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n}{(3.1416)(r^2)(30)} * (fc)$$

D= densidad

n= promedio del número de individuos registrados dentro de los puntos de conteo

r= radio del punto de conteo

fc= factor de conversión.

**Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')**: es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies un determinado hábitat. Porque considera que los individuos son muestreados al azar y todas las especies están representadas en las muestras (Moreno 2001). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

**Dónde:**

H' = Índice de Shannon-Wiener

Pi = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural.

**Índice de Equidad de Pielou (J):** mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

**J = H'/H' máx**

**Dónde:**

J= Índice de equidad de Pielou

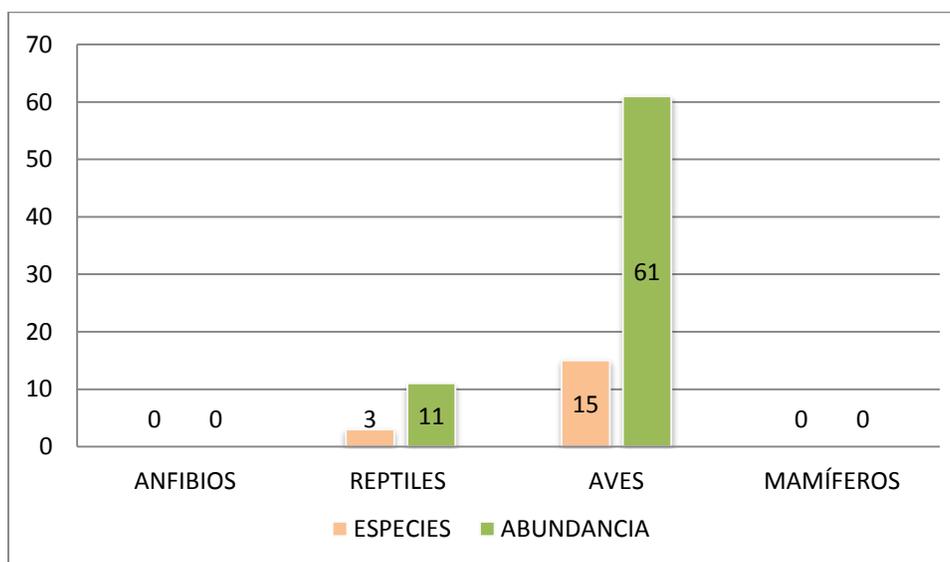
H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener

H' máx.= Ln (S).

S= número de especies

**Resultados**

Como resultado de los muestreos realizados en el área directa de afectación del proyecto, específicamente en el área de cambio de uso de suelo del proyecto se registraron 18 especies de 14 géneros, pertenecientes a 13 familias de vertebrados terrestres, donde el grupo más abundante fue el de las aves.



**Grafica 4.17.** Distribución de la riqueza y abundancia dentro de los grupos de fauna silvestre encontrada en la cuenca Yucatán.

Dentro de los grupos de fauna silvestre encontrados en el predio se tienen los siguientes resultados acerca de los **índices de diversidad y equidad:**

**Anfibios**

En el predio bajo estudio no se registró algún individuo de este grupo, por lo que no se pudo realizar el análisis correspondiente. Esto podría ser debido a que cerca dentro del área de estudio no hay cuerpos de agua.

**Reptiles**

Para el caso de los reptiles se registraron un total de 3 especies, lo cual representa el 16.67 % del total de fauna silvestre registrada dentro del predio. La especie más abundante registrada fue el Merech (*Sceloporus chrysostictus*), estas especies son muy comunes en la región y se pueden encontrar en diferentes tipos de hábitats, inclusive es muy común de ser observadas en zonas urbanas y rurales.

El índice de diversidad y equidad dentro de este grupo de fauna se puede observar a continuación en las siguientes tablas.

**Tabla 4.17.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de reptiles del predio bajo estudio.

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUN REL	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	5	0.45454545	-0.78845736	0.35838971
<i>Holcosus undulata</i>	3	0.27272727	-1.29928298	0.3543499
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	3	0.27272727	-1.29928298	0.3543499
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>			<b>1.06708952</b>

**Tabla 4.18.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	3
H' CALCULADA	1.0671
H' MAXIMA=Ln (S)	1.0986
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9713

El grupo faunístico de los reptiles en el predio, posee una riqueza específica de tres especies, las cuales poseen una distribución de 0.9713, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.0986 y la H' calculada fue de 1.0671, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Como puede observarse en la **Tabla 4.17** los reptiles observados dentro del predio bajo estudio fueron los pertenecientes principalmente a las lagartijas.

## Aves

En total se verificaron 15 especies de aves que representan el 83.33 % de las especies de fauna registradas dentro del predio bajo estudio.

**Tabla 4.19.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las especies del grupo de las aves del predio bajo estudio.

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUN REL	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
<i>Zenaida asiatica</i>	11	0.18032787	-1.71297859	0.30889778
<i>Columbina talpacoti</i>	6	0.09836066	-2.31911439	0.22810961
<i>Geococcyx velox</i>	1	0.01639344	-4.11087386	0.06739137
<i>Amazilia rutila</i>	3	0.04918033	-3.01226158	0.14814401
<i>Pitangus sulphuratus</i>	5	0.08196721	-2.50143595	0.20503573
<i>Myiozetetes similis</i>	3	0.04918033	-3.01226158	0.14814401
<i>Vireo griseus</i>	2	0.03278689	-3.41772668	0.11205661
<i>Vireo pallens</i>	2	0.03278689	-3.41772668	0.11205661
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	5	0.08196721	-2.50143595	0.20503573
<i>Troglodytes aedon</i>	3	0.04918033	-3.01226158	0.14814401
<i>Polioptila caerulea</i>	4	0.06557377	-2.7245795	0.17866095
<i>Polioptila albiloris</i>	3	0.04918033	-3.01226158	0.14814401
<i>Mimus gilvus</i>	9	0.14754098	-1.91364929	0.2823417
<i>Setophaga erithacorides</i>	1	0.01639344	-4.11087386	0.06739137
<i>Icterus gularis</i>	3	0.04918033	-3.01226158	0.14814401
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>			<b>2.50769754</b>

**Tabla 4.20.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.

AVES	
RIQUEZA (S)	15
H' CALCULADA	2.5077
H' MAXIMA=Ln (S)	2.7081
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9260

El grupo faunístico de las aves del ecosistema de vegetación secundaria derivada de duna costera por afectar dentro del predio, posee una riqueza específica de 15 especies, las cuales poseen una distribución de 0.9260, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es muy reducida.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 2.7081 y la  $H'$  calculada fue de 2.5077, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico está cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Las especies más abundantes fueron la paloma ala blanca (*Z. asiatica*) con un total de 11 registros durante todo el muestreo, seguido del Zenzontle tropical (*Mimus gilvus*) con 9 registros.

### **Mamíferos**

Debido a que el polígono del proyecto se encuentra cercano a una zona urbanizada (localidad de san Crisanto) y colindante a una carretera bastante transitada no se obtuvieron registros de este grupo, por consiguiente no fue posible llevar a cabo ningún análisis estadístico.

### **ESPECIES CONSIDERADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y ESPECIES ENDÉMICAS DE LA REGIÓN**

No se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 4.21.** Especies considerada en alguna categoría dentro de la NORMA OFICIAL MEXICANA y especies ENDÉMICAS de la región.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Merech	*
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	*

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr=Protección Especial, A=Amenazada, P=Peligro de Extinción, E=Probablemente extinta en el medio silvestre. \*=Endémica de la Región.

Con respecto a las especies prioritarias de conservación y que se encuentran catalogadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010. Estas especies corresponden a especies que están ampliamente distribuidas en toda la península de Yucatán y que en mucho de los casos resultan ser especies muy abundantes en comparación con otras especies de abundancia moderada para cierto tipo de ambientes. Así mismo, resultan ser especies muy comunes de las selvas tropicales. Un ejemplo de esto es la *C. similis* y *A. nana* algunos autores reportan que estas especies se ven favorecidas por la transformación de selvas para el establecimiento de potreros, áreas urbanas (caso particular de *C. similis*), y zonas agrícolas (caso particular de los loros) (Juniper y Parr, 1998; Howell y Webb, 1998, Lee, 2000, Chable, *et al.*, 2006), por lo que la implementación de programas de conservación para estas especies pueden ser sencillas.

### **Análisis de la fauna encontrada**

De manera general se puede mencionar que la riqueza de especies presentes al interior del predio resulta ser baja para los grupos de anfibios, reptiles, mamíferos, con menos del 5% de las especies con distribución potencial y que han sido descritas para las selvas de la región (Gonzalez-Martínez, 2002; Peña-Peniche, 2006; Chablé-Santos, *et al.*, 2008, Acosta-Lugo *et al.*, 2010; Chablé-Santos y Sosa-Escalante, 2010), así mismo es importante considerar que el presente estudio se basó en un solo ambiente. Por lo que las bajas riquezas pudiera deberse a que mucha de la información presentada para la región

## MIA MODALIDAD: PARTICULAR

considera otros ambientes como las asociaciones vegetales con selvas inundables, áreas agrícolas entre otros, o como en el caso particular de los mamíferos, los estudios en la región también incluyen a las especies de mamíferos pequeños como los roedores (Chablé-Santos, *et al.*, 2008, Acosta-Lugo *et al.*, 2010; Chablé-Santos y Sosa-Escalante, 2010).

Por lo que se puede concluir que el sitio del proyecto y su área de influencia directa no conforman alguna zona de reproducción y/o alimentación significativa de fauna terrestre relevante o en riesgo, debido a la perturbación previa y actual, así como las actividades que tienen lugar en el área y sus colindancias. Las zonas de reproducción y/o anidación importantes del Estado de Yucatán, así como los corredores biológicos de importancia se encuentran en áreas de la costa norte donde se observa un grado de conservación adecuado, precisamente en los polígonos de las reservas naturales existentes de competencia estatal y federal, así como en la porción sur de la entidad.

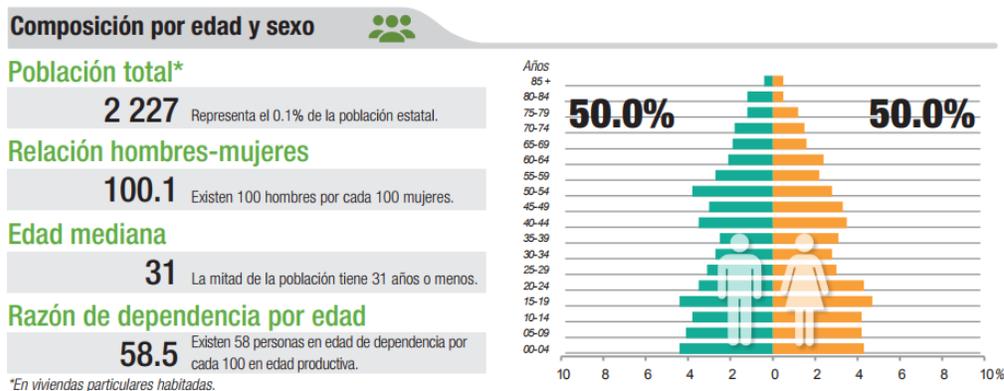
### IV.2.4 Medio Socioeconómico

Tal como se mencionó en capítulos anteriores, el proyecto se encuentra dentro del municipio de Yobaín. Sin embargo, el testimonio de compraventa hace referencia al municipio de Sinanché.

Debido a que la regionalización de UGAS del POETCY así como la división territorial de estado de Yucatán, se identifica que el sitio de pretendida ubicación del proyecto se ubica dentro del municipio de Yobaín.

Para efectuar esta sección fue necesario revisar la encuesta intercensal realizada por el INEGI en el año 2015, la cual presenta resultados a nivel municipio por entidades federativas, por lo que se presentan a continuación los siguientes datos:

En el municipio de Tinum habitan un total de 2,227 personas, de las cuales tienen una edad media de 31 años, con una relación de 100.1 hombres por cada 100 mujeres, representando prácticamente una proporción del 50 y 50 % de hombres – mujeres.



**Figura 4.18.** Distribución de los grupos por edad dentro del municipio de Yobaín.

Respecto a la tenencia de la vivienda, se tiene que existe en todo el municipio un total de 647 viviendas, de las cuales existe un promedio de ocupación de 3.4 personas por cada

**MIA MODALIDAD: PARTICULAR**

una y 1.4 personas por cuarto de estas. Del total mencionado el 68 % recibe agua entubada por parte del municipio de yobaín, el 79.9 % cuenta con fosa séptica, el 83.4 % cuenta con inodoros o muebles de baño y el 98.6 % cuenta con servicios de electricidad.

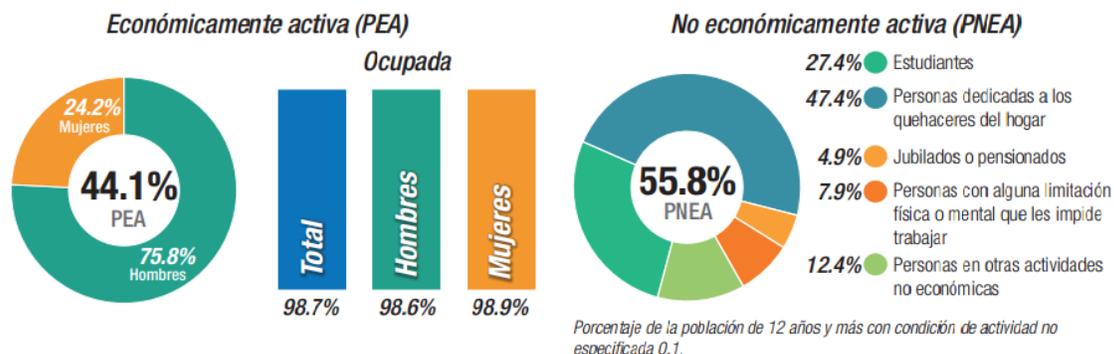
La tenencia de la vivienda se encuentra distribuida de tal manera que el 83.4 % es propiedad de sus habitantes, el 2.6 % alquilada, el 11.1 % prestada por un familiar, entre otros datos principalmente.



**Figura 4.19.** Distribución de la estructura de la vivienda dentro del municipio de Yobaín.

Respecto a la economía municipal se tiene que el 44.1 % del total de habitantes del municipio pertenece a la categoría de económicamente activa (PEA) considerada toda aquella persona de 12 años en adelante. De esta cantidad el 24.2 % la conforman mujeres y el 75.8 % hombres.

Así mismo, se manifiesta que el 55.8 de los habitantes pertenecen a la fracción de la económicamente no activa, compuesta en un 27.4 % por estudiantes, 47.4 % por personas dedicadas a los quehaceres del hogar, 4.9 % a la fracción de jubilados-pensionados, 7.9 % a personas con algún tipo de limitación mental y el 12.4 % a personas en otras actividades de económicas.



**Figura 4.20.** Distribución de la estructura económica del municipio de Yobaín.

**Oferta de Empleo.**

Para poder caracterizar la oferta de empleo del proyecto fue necesario revisar las cédulas de información municipal de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), las cuales fueron generadas con información del segundo conteo de población y vivienda efectuado por el INEGI en el año de 2010. Estas nos indican, que la distribución de actividades económicas en el municipio de Yobaín estuvieron conformadas de la siguiente manera:

**MIA MODALIDAD: PARTICULAR**

Primario	11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	321
	21 Minería	
Secundario	22 Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1
	23 Construcción	51
	31 Industrias manufactureras	80
	43 Comercio al por mayor	6
	46 Comercio al por menor	66
	48 Transportes, correos y almacenamientos	18
	51 Información en medios masivos	3
	52 Servicios financieros y de seguros	1
	53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	2
	54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	4
Terciario	55 Dirección de corporativos y empresas	
	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	8
	61 Servicios educativos	49
	62 Servicios de salud y de asistencia	16
	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	4
	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	27
	81 Otros servicios excepto actividades de gobierno	31
	93 Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y territoriales	57
No especificado	99 No especificado	5

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Microdatos de la muestra.

**Figura 4.21.** Distribución de la población ocupada según sector de actividad en el municipio de Yobaín.

## IV.2.5 Paisaje

Según la publicación denominada como “La costa de Yucatán en la perspectiva del desarrollo turístico”, la costa está integrada por paisajes naturales desarrollados en forma de bandas que corren paralelas al litoral, empezando con una plataforma sumergida de poca pendiente a la que le sigue un conjunto de islas de barrera (paisaje donde se ubicará el proyecto, según el POETCY). Al interior de la barra arenosa, se extiende una banda de lagunas rodeadas por manglares y petenes intercalados. A continuación, se encuentra una franja de sabana formada por pastizales y selvas inundables. En su interior encontramos selva baja caducifolia y hacia el occidente, una pequeña porción de selva mediana subperennifolia, ambas muy alteradas por el desarrollo de actividades agropecuarias.

En la siguiente imagen de referencia se presenta la distribución espacial los mencionados paisajes, además de su configuración paralela a la línea de costa, a partir del trazo de un perfil transversal a ésta.



**Figura 4.22.** Referencia de la distribución del ecosistema

En virtud de la publicación e imagen presentada en el párrafo anterior se puede observar que el sitio de pretendida ubicación del proyecto cumple con dicha configuración del paisaje



**Figura 4.23.** Referencia de la distribución del ecosistema / Fotografía área actual

A continuación, en la presente tabla se describen los atributos que conforman la unidad de paisaje del Sistema ambiental donde se ve inmerso el proyecto de pretendida edificación:

**Tabla 4.22.** Descripción de los elementos que componen el paisaje presente dentro del sistema ambiental del proyecto y su área de influencia.

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
Visibilidad	La visibilidad en el sitio de pretendida ubicación del proyecto es buena, toda vez que no existen en su interior elementos arquitectónicos que impidan observar los elementos que componen un ecosistema de duna costera que se desarrolla sobre un paisaje de isla barrera.
Características intrínsecas	Se trata de un ecosistema de matorral de duna costera; el cual cuenta con un buen estado de conservación con especies propias del mencionado. También se manifiesta que existe un paisaje de isla barrera formado por la acumulación de sedimentos, el cual se encuentra en medio de la franja litoral y el sistema de lagunas costeras que existen en Yucatán.
Calidad visual	Buena, la zona de playa se conserva en buen estado, así como la vegetación existente en su interior, la cual no se encuentra deforestada ni con enfermedades o parasitada. Tampoco hay elementos como residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos que causen un detrimento visual, así como ecológico.
Calidad de fondo escénico	Excelente. El paisaje en zona se encuentra conservado, dando como resultado calidades de fondo escénica que van en armonía con los lineamientos establecidos por el programa de ordenamiento del territorio costero del estado de Yucatán.
Fragilidad	Alta. Como se describió anteriormente dentro de este capítulo, el sitio de pretendida ubicación del proyecto es vulnerable a fenómenos hidrometeorológicos, por lo que la integridad de este pudiera comprometerse ante un evento de dicha naturaleza.

### IV.3 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

Los procesos ecológicos de los ecosistemas naturales suministran a la humanidad una gran e importante gama de servicios gratuitos de los que dependemos, estos incluyen: mantenimiento de la calidad gaseosa de la atmósfera (la cual ayuda a regular el clima), mejoramiento de la calidad del agua, control de los ciclos hidrológicos, incluyendo la reducción de la probabilidad de serias inundaciones y sequías, protección de las zonas costeras por la generación y conservación de los sistemas de arrecifes de coral y dunas de arena, generación y conservación de suelos fértiles, control de parásitos de cultivos y de vectores de enfermedades, polinización de muchos cultivos, disposición directa de alimentos provenientes de medios ambientes acuáticos y terrestres, así como el mantenimiento de una vasta “librería genética” de la cual el hombre ha extraído las bases de la civilización en la forma de cosechas, animales domesticados, medicinas y productos industriales.

Por cientos de años la humanidad no le dio importancia a la generación de estos servicios ya que se consideraban inagotables. Actualmente, es claro que es necesario conservar a los ecosistemas en el mejor estado para que sigan proporcionándonos estos servicios.

Los bienes y servicios indispensables para la vida humana son proporcionados tanto por los bosques, las selvas y la vegetación de zonas áridas. Entre dichos bienes se pueden mencionar a la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales, la resina, los hongos, la leña, el carbón y los animales de caza. Siendo que los ecosistemas forestales no sólo son fuente de materias primas, sino que brindan además una serie de servicios ambientales de vital importancia para el sostén de las poblaciones urbanas y rurales. Los servicios ambientales derivados de los ecosistemas forestales están ligados a la regulación de procesos naturales.

Todo lo anterior nos hace plantear la siguiente pregunta ¿Qué son los servicios ambientales que brindan los bosques, selvas y zonas áridas? La **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable Artículo 7, fracción XXXVII dice**: Son los servicios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, presentando beneficios, tales como: **la provisión del agua en calidad y cantidad, captura de carbono, regulación del ciclo de nutrientes en el suelo, captura de contaminantes y componentes naturales, generación de oxígeno, amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, modulación o regulación climática, protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; protección de suelos, paisaje y la recreación, entre otros.**

De acuerdo a un estudio realizado recientemente por Batllori-Sanpedro (2010), *en revisión*<sup>6</sup>, los servicios ambientales por UGAS del POETY se pueden dividir en las siguientes categorías:

- **Servicios de Provisión.** Se refieren principalmente a los productos que se obtienen de los ecosistemas, tales como: forestales, vida silvestre, pesquerías, agrícolas, forrajeros,

<sup>6</sup> Batllori-Sanpedro E. (2010). Servicios de los Ecosistemas para el Bienestar Humano. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del estado de Yucatán-Gobierno del estado de Yucatán. *En revisión*.

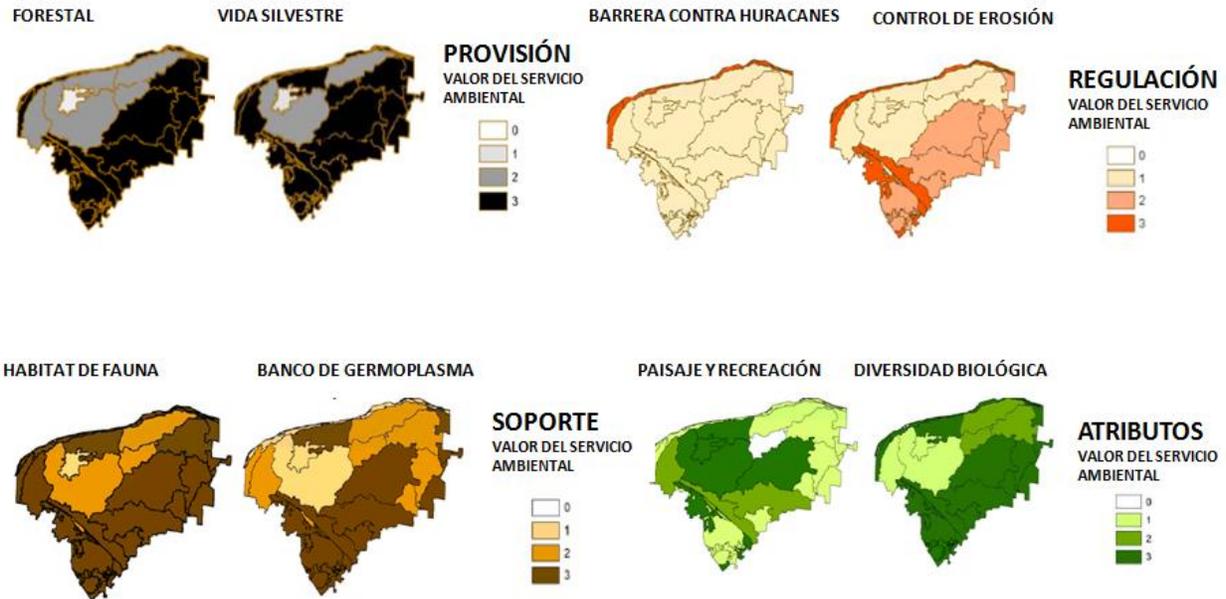
medicinales, agua potable, agua para riego agrícola, materiales de construcción, energía, agua por transporte.

- **Servicios de Regulación.** Se refieren a los beneficios obtenidos por los procesos de regulación de los ecosistemas, como: Cortina rompevientos, barrera contra huracanes, control de erosión, capacidad de drenaje, control de inundaciones, depuración de masas de agua, barrera contra intrusión salina, gradiente hidráulico, mantenimiento térmico, trampa de sedimentos, secuestro de carbono.
- **Servicios de soporte.** Los servicios de soporte son aquellos que son necesarios para la producción de los demás servicios de los ecosistemas, como: Hábitat para fauna silvestre, hábitat para peces, banco de germoplasma, contribución de materia orgánica vía detritus, descarga de acuíferos, recarga de acuíferos, control de microclima, producción de oxígeno.
- **Atributos culturales.** Se refieren a los beneficios no materiales que la sociedad obtiene de los ecosistemas a través de experiencias espirituales, cognitivas, de desarrollo, de reflexión y recreación así como estéticas, tales como: Paisaje y recreación, diversidad biológica, patrimonio histórico.

Donde se menciona que las unidades de paisajes que tienen la mayor importancia por poseer servicios de provisión, regulación, soporte y culturales sobresalientes son:

- **1B** Planicie costera lagunar baja
- **1C** Planicie costera de blanquizales
- **1D** Petenes de Celestun
- **1.2D** Planicie de Yaxcabá - Tixmehuac - Chikindzonot
- **1.2E** Planicie de Sotuta - Valladolid - Calotmul
- **1.2F** Planicie de Chemax - Oriente
- **1.2H** Planicie de Peto
- **1.2I** Planicie de Tixcacalcupul
- **2A** Meseta de Ticul
- **3B** Valle de Ticul

De igual manera, es de trascendencia mencionar que de acuerdo al estudio anteriormente mencionado el PAISAJE (1 A Cordones litorales) en donde se encuentra inmerso el área de estudio, NO FIGURA ENTRE LAS MÁS TRASCENDENTES COMO PRESTADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES para el estado de Yucatán. Sin embargo, lo anterior no indica que en el área de estudio no se presten servicios ambientales importantes, entre los que podemos mencionar:



Valores de los servicios ambientales dentro del paisaje en donde se encuentra inmerso en polígono bajo estudio:  
0=Nulo; 1=Bajo; 2=Medio; 3=Alto.

**Figura 4.24.** Servicios ambientales de mayor importancia en el paisaje en el que se encuentra inmerso el polígono bajo estudio.

### IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.

La vegetación de duna costera, es un ecosistema de gran importancia ecológica, que ofrece diversos servicios ambientales a la población y al medio ambiente. En el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, se encuentra un paisaje alterado de su condición natural seguramente por las actividades antropogénicas y las alteraciones naturales. Sin embargo, actualmente es probable se afecten los siguientes servicios ambientales:

1. **BARRERA CONTRA HURACANES Y CONTROL DE EROSIÓN DE SUELOS (TRAMPA DE SEDIMENTOS).**
2. **PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y FORMAS DE VIDA.**
3. **BIOMASA FORESTAL, CONTENIDO DE CARBONO Y CAPTURA DE CO<sub>2</sub>.**
4. **PAISAJE Y RECREACIÓN.**
5. **PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD.**

Estos servicios ambientales serán analizados y visualizados en el grado de afectación que traerán como consecuencia por el CUSTF en cuestión.

### DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.

1. **BARRERA CONTRA HURACANES Y CONTROL DE EROSIÓN DE SUELOS** De manera particular, el territorio costero del estado de Yucatán es el espacio comprendido en una franja que llega hasta 20 km tierra dentro a partir de la línea litoral. Este territorio está integrado por trece municipios costeros y diez municipios colindantes que, sin tener salida al

mar, se ubican dentro de la franja de 20 km. La superficie total de la franja costera es de 646 300 ha y representa 15% de la superficie del estado; en ella vive 6.5% de la población de Yucatán.

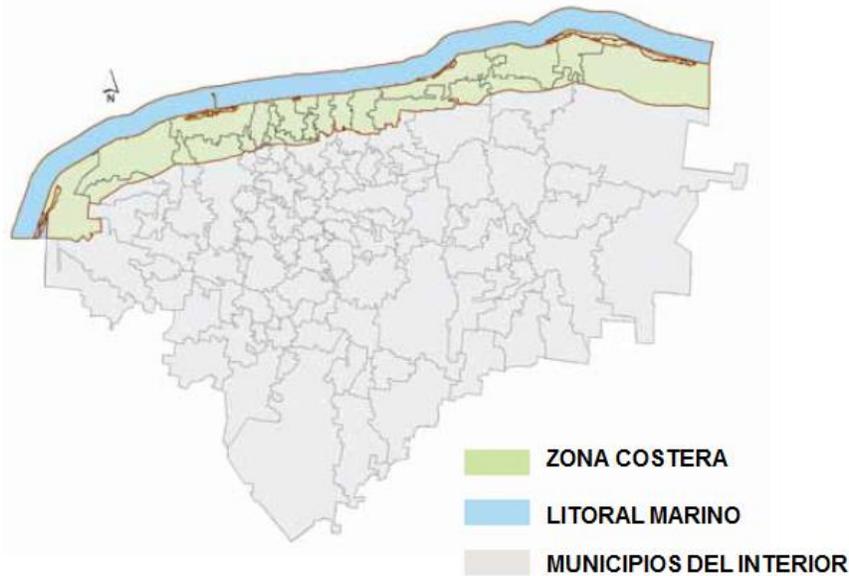
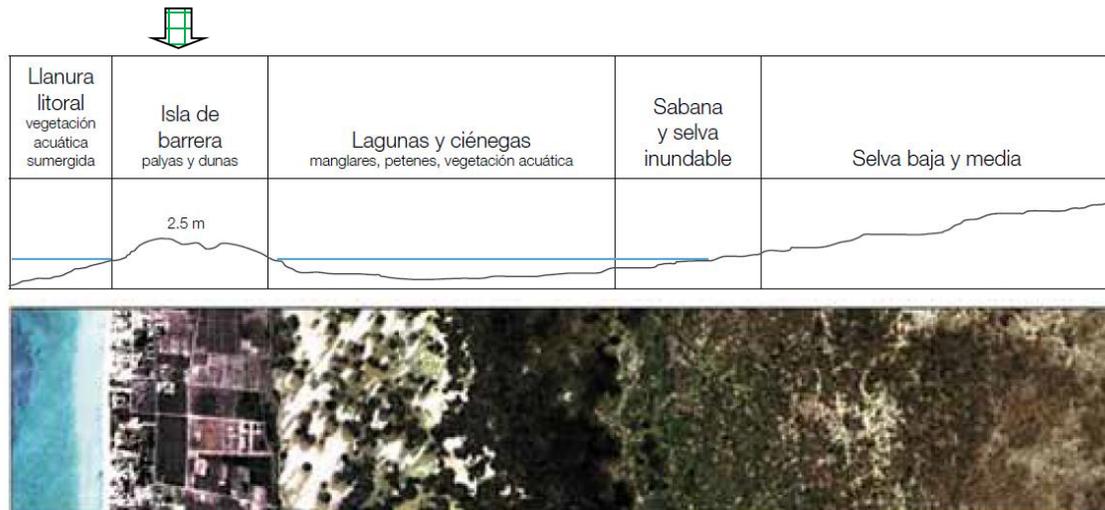


Figura 4.25. Franja de 20 kilómetros con la división municipal.

La costa está integrada por paisajes naturales desarrollados en forma de bandas que corren paralelas al litoral, empezando con una plataforma sumergida de poca pendiente a la que le sigue un conjunto de **islas de barrera** constituidas de **playas y dunas costeras**, tal como se puede observar en la **Figura 4.21**.

Las playas son el resultado del balance global de sedimentos en las costas. Se ha calculado que la productividad para una playa de arena es de 5 g de carbono/m<sup>2</sup> al año. Para México, Álvarez-Gaitán (1994), reporta que en términos generales en verano prevalece un régimen neto de depósito de arena, lo que da lugar al desarrollo de playas; mientras que en invierno y parte de la primavera prevalece un régimen neto de tipo erosivo. A sí mismo, las dunas de arena que se desarrollan a lo largo de la línea de costa, originadas a partir del depósito de granos de arena por acción del viento, los cuales pueden ser de origen biológico, especialmente calcáreo, producto de la desintegración de los arrecifes de coral y de conchas de moluscos (Espejel, 1992; Moreno-Casasola y otros, 1998; Martínez y otros, 1993). Sobre esta duna de arena se establece la vegetación de dunas costeras que es considerada como halófila (Miranda, 1978), ya que es un tipo de vegetación que se desarrolla en suelos con alto contenido de sales solubles (Espejel, 1992).

La vegetación de duna costera ocupa en el estado una extensión de casi 205 km lineales entre el Golfo de México y el Mar Caribe (Espejel, 1984). Cubre las playas y costas arenosas no inundables de las localidades de Celestún, Sisal, Progreso, Telchac, Dzilam de Bravo, Río Lagartos y El Cuyo (Espejel, 1984; 1986). La flora de las dunas costeras de la península es similar a la de la cuenca del Mar Caribe, con algunos elementos propios de Centroamérica y el sur de México (Espejel, 1986; Moreno-Casasola y Espejel, 1986).



**Figura 4.26.** Perfil de la costa del estado de Yucatán y sus principales paisajes naturales.

Un aspecto relevante de este tipo de comunidad vegetal (duna costera) son los servicios ambientales que presta a la sociedad. El más importante es su función como barrera de protección ante la acción nociva del viento y las mareas. Si no se destruye, esta comunidad vegetal permite que la línea de costa tenga una menor dinámica, de suerte que brinda protección a las construcciones en caso de tormentas tropicales y huracanes. La vegetación costera intercepta el movimiento del viento y la arena, por lo que fija la duna permitiendo la acumulación de materia orgánica y, por ende, la formación de suelo. De esta manera se evita la erosión, principal factor que destruye edificaciones en las costas arenosas. Por otro lado, es el hábitat de numerosas especies de insectos, reptiles, aves y mamíferos a los cuales brinda refugio, alimento y protección.

***De acuerdo a lo anterior, al omitir la importancia en la remoción de la vegetación de duna costera y la presencia de construcciones mal planeadas en la costa (el proyecto basa su diseño y distribución en base al estudio de capacidad de carga requerido por el POETCY), puede conllevar a efectos catastróficos de los fenómenos naturales como los huracanes, tal como se puede visualizar.***

La historia del poblamiento del territorio costero se relaciona con dos factores contrapuestos: los huracanes y el impulso a ciertas actividades económicas. La tasa de crecimiento demográfico en la costa se resume en la siguiente figura:

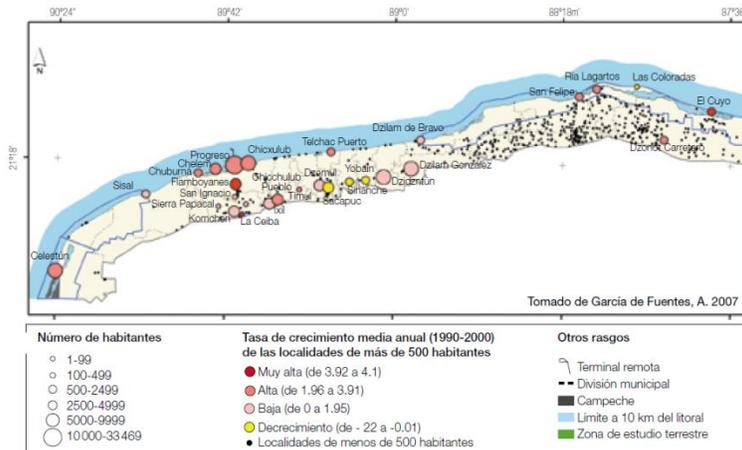


Figura 4.27. Distribución y crecimiento de la población 1990-2000.

La figura anterior muestra de manera sintética la distribución y la variación de la población por localidad en el periodo 1990-2000. En la zona costera, la cual está asociada principalmente al desarrollo de la producción pesquera.

La facilidad con la que un sistema pierde su estabilidad y, por consiguiente, se propicia su deterioro, ha resultado difícil de medir y de utilizar en el manejo de los ecosistemas. Una de las alteraciones sobre los paisajes costeros es el efecto de los nortes y los huracanes, sobre las islas de barrera, los cuales producen rompimientos y pérdidas de arena en lapsos muy cortos, así como la destrucción o afectación de la vegetación (Figura 4.24 ). Producto de las actividades humanas son las construcciones mal planeadas, que modifican el transporte de sedimentos a lo largo de la costa, y la remoción excesiva de la vegetación de dunas, lo que propicia la erosión de las playas. En la siguiente figura se puede apreciar las condiciones de la fragilidad de los ecosistemas costeros (Figura 4.25).

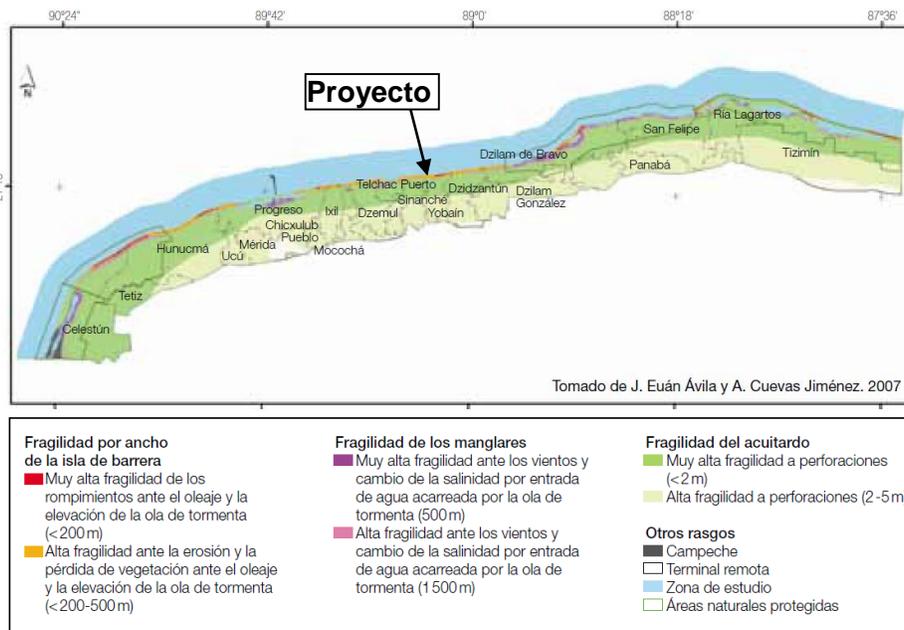


Figura 4.28. Fragilidad de la isla de barrera, humedales y acuitardo.



Figura 4.29. Rupturas de la isla de barrera en el tramo San Crisanto-Dzilam de Bravo.

En el caso de las islas de barrera, durante el paso del huracán Isidoro se registraron rupturas de hasta 60 m de ancho, evidenciando la muy alta fragilidad de esta barra arenosa. La **Figura 4.24** muestra el impacto del huracán sobre el tramo San Crisanto-Dzilam de Bravo; se aprecia la forma en que fragmentó la barra y el completo lavado de la carretera.

De acuerdo con una evaluación sobre la vulnerabilidad realizada a la zona costera del estado, se presentaron los siguientes resultados: **El 7.6% de las playas presenta una vulnerabilidad alta a ser erosionada, 37.7% presenta vulnerabilidad media y 55%, vulnerabilidad baja.** Por municipios, Progreso es el que presenta mayor porcentaje de alta vulnerabilidad (49%). Otros municipios con alta vulnerabilidad son: Yobaín (24.3%), Dzidzantún (11.6%), Sinanché (8.8%) y Telchac Puerto (8.7%). En los municipios de Sinanché, Ixil, Telchac Puerto, Ría Lagartos y San Felipe, más de la mitad de sus playas presentan una vulnerabilidad media a la erosión (POETCY, 2007).

Los estudios de vulnerabilidad en la costa yucateca se evaluaron considerando su ancho, la presencia de vegetación de duna y el grado de antropización; en la cual se clasificó en alta, media y baja vulnerabilidad. *Como se observa, el área que ocupa el proyecto (zona costera del municipio de Ixil) presenta una vulnerabilidad media, por la dimensión de la duna y su grado de conservación.*

**Como se ha planteado en el Capítulo IV del presente dictamen técnico unificado, el área de estudio posee una vegetación secundaria derivada de duna costera; sin embargo, el papel de esta vegetación es importante ante los efectos de fenómenos naturales como los huracanes. El área que se someterá a CUSTF es de 0.234287 ha (38.49% %), donde se mantendrá una superficie de 0.374412 ha (61.51 %) como Área de Conservación.**

#### **Control de erosión de suelos (trampa de sedimentos):**

Las dunas litorales son formas de acumulación de arena por el viento que ocupan una franja relativamente angosta junto a la playa, y donde la vegetación ejerce un importante papel en la retención de sedimentos. La influencia primaria de la vegetación es la de modificar la velocidad del viento junto al suelo, de modo que se reduce la tensión sobre los sedimentos (Hesp, 1981). Así, la vegetación se constituye en un elemento de rugosidad superficial, cuya influencia aumenta con el aumento de su altura y densidad (Thomas, 1975). Según Jackson (1981), el nivel en que actúa la tensión superficial del viento se denomina el límite aerodinámico, que equivale al nivel promedio de la rugosidad superficial. Debajo de este límite, la influencia del viento es nula y los sedimentos se

depositan. Donde la vegetación está ausente, la superficie arenosa es la que controla el límite aerodinámico.

Tavares-Correa (1995<sup>7</sup>) estimó la tasa de ingreso de arenas desde la playa a partir del análisis volumétrico de dunas litorales manejadas en la costa central de Chile. Las tasas encontradas fueron de entre 8 y 25 m<sup>3</sup> m<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, fueron estimadas considerándose una eficiencia de 100% en la retención de las arenas por parte de la vegetación. Estudios de Carter & Wilson (1990<sup>8</sup>) en la costa de Irlanda del Norte, estimaron que una duna litoral estabilizada por *Ammophila arenaria* captura entre 50% y 70% de la arena proveniente de la playa.

Más recientemente, Tavares-Correa (2002<sup>9</sup>) evaluó la gran eficiencia de *A. arenaria* en atrapar sedimentos en una ladera de barlovento de las dunas litorales. A través de este estudio se pudo observar que en donde la cobertura de *A. arenaria* es densa, la capacidad de retención de sedimentos alcanza hasta el 97% de eficiencia. Por otra parte, en sectores sin vegetación como en las cubetas de deflación, la capacidad de transporte aumenta exponencialmente en la cima, alcanzado valores de hasta 447% con respecto a los valores encontrados en la base de las dunas.

Como se puede observar la ausencia de la vegetación de duna costera deja sin protección al suelo y por consiguiente, al transporte de sedimentos y a la erosión del mismo. Este sería el probable efecto del CUSTF en el área de estudio, sobre todo en el área en donde se removerá la vegetación para el establecimiento de pilotes y cimientos; así como, en las áreas sin sellar (suelo desnudo con arena) como en el área de los caminos de acceso.

***Sin embargo, para mitigar el efecto anterior se plantea en el proyecto actividades de reforestación con plantas nativas de la región (Ver el Programa de rescate y reubicación de especies forestales del Área de CUSTF en el Anexo 6 de este estudio) con la finalidad de estabilizar las áreas del terreno con poca o sin vegetación (presentes dentro del área de conservación) y expuesto al transporte de sedimentos y erosión. De esta manera se protegerá a los suelos a la erosión y se promoverá la formación de los mismos.***

***Por otro lado, a los lados del área de CUSTF se mantendrán áreas de conservación con una superficie de 0.6342 ha (29.478%) que servirán como una franja rompevientos y que seguirán llevando a cabo servicios ambientales diversos como el de actuar como trampa de sedimentos, estabilización de la duna costera, protección y formación del suelo de la región, entre otros.***

## 2. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y FORMAS DE VIDA (HABITAT, PRESENCIA DE GERMOPLASMA Y VIDA SILVESTRE).

Los elementos de la biodiversidad que representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos son la flora y fauna silvestre, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra. México es el tercer país más megadiverso en el mundo, ocupa el primer lugar en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas (Toledo, 1994<sup>10</sup>; Zamorano de Haro, 2009<sup>11</sup>).

<sup>7</sup> Tavares Corrêa C. (1995). La importancia de la duna bordera artificial en la estimación del transporte eólico en la provincia de Arauco, Chile. Anales, XVI Congreso Chile de Geografía, Valdivia. :303-308.

<sup>8</sup> Carter R.W.G. & Wilson, P. (1990). The geomorphological, ecological and pedological development of coastal foredunes at Magilligan Point, Northern Ireland. Páginas 129 – 157 en: K. F. Nordstrom, N. Psuty & R.W.G. Carter (editores) Coastal dunes: form and process. John Wiley & Sons, London.

<sup>9</sup> Tavares-Correa C. (2002). Eficiencia de la *Ammophila arenaria* en atrapar sedimentos transportados por el viento. Ecología Aplicada, 1(1):13-17.

<sup>10</sup> Toledo, V. M., 1994, “La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventa”. *Ciencias*. 34: 43-58 pp.

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

De acuerdo a los datos presentados en el **Capítulo IV** del presente DTU se puede indicar que el ecosistema de vegetación de duna costera en donde se pretende el CUSTF sirve de hábitat, soporte de germoplasma y vida silvestre (protección de la biodiversidad: flora y fauna silvestre), tal como sigue:

- 3. PAISAJE Y RECREACIÓN.** Visto como un servicio por sí mismo, como un factor de valorización de propiedades de la naturaleza y como un componente de la oferta de servicios de recreación.

El proyecto no ocasionará un gran cambio en el paisaje, puesto que sólo un parte del terreno será sujeto a desmonte (43.87%), pero sobre todo que la medida conducente es conservar y cuidar la vegetación remanente (29.47%), la cual no serán ocupados por la infraestructura habitacional. Con ello continuará prestando servicios ambientales como hasta ahora, tales como hábitat y alimentación de fauna, protección contra la erosión y los fenómenos meteorológicos extremos, así como auxiliar en la estabilidad climática.

La vista del predio desde el exterior, ya sea en el camino o en la playa, no debe modificarse sustancialmente. Al respetarse una gran superficie de terreno natural con vegetación nativa, únicamente cambiará en el área donde se edifique la casa.

***El paisaje del sitio de pretendida ubicación del proyecto es bueno, tendiente a una calidad mediana. La infraestructura a colocar se contempla fuera de la zona de la primera dura. Así mismo, se manifiesta que dentro del SA del mencionado existe un uso de suelo que puede catalogarse como “semiurbano o rústico”, toda vez que existe un número considerable de casas habitación y desarrollos inmobiliarios como villas, departamentos, condominios, etc destinados a fines de segunda residencia. Con base a lo anterior, es de indicarse que la modificación del paisaje no será sustancial y por consiguiente su valor como fuente de recreación y atracción del turismo por su conformación seguirá vigente.***

#### **4. PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD.**

**EN CUANTO A CALIDAD** El principal problema sobre el recurso hídrico que se presenta en el estado es el incremento de la contaminación del acuífero. La contaminación tiene dos orígenes: antropogénico, debido a la falta de alcantarillado, fosas sépticas mal construidas o mal diseñadas y fecalismo al aire libre; y natural, debido a la intrusión salina en la franja costera del estado y la presencia de yesos en el subsuelo en algunas áreas del sur. En la mayor parte del estado, el efluente doméstico, comercial o aguas de desecho se descargan al subsuelo por medio de tanques sépticos y pozos someros abandonados, debido a la falta de un sistema de drenaje sanitario (Graniel-Castro, 2010<sup>12</sup>).

<sup>11</sup> Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

<sup>12</sup> Graniel-Castro E. (2010). Hidrología. En: Durán García, Rafael y Martha Méndez González (ed.). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán. 496 pp.

La calidad del agua en el área de estudio de acuerdo a un reciente reporte de Pacheco-Ávila *et al.*, (2004) indica lo siguiente:

**Tabla 4.22.** Valores de los parámetros químicos para el municipio de Progreso (Sitio cercano al proyecto y con estudios de referencia existentes).

PARÁMETROS	PROGRESO
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	101-1000 (Peligrosa)
Nitratos (mg/l)	2.57-25.00
Cloruros (mg/l)	201 - 250
Sodio (mg/l)	32 – 150
Dureza total (mg/l)	401 - 500
Cadmio (mg/l)	0.021 - 0.062
Nivel de contaminación	<b>BAJO</b>

Como se puede observar el municipio de Progreso (que se encuentra cercano al proyecto, tal como se mencionó al principio de este documento) presentan una calidad de agua con nivel de contaminación catalogada como BAJO.

Tomando en cuenta, durante el CUSTF y del desarrollo del proyecto, se podría presentar el fecalismo al aire libre, situación por la que se tomaran las medidas necesarias para reducir el grado de afectación. Por lo tanto, para evitar la contaminación del suelo, el agua subterránea y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales de origen sanitario provenientes de los frentes de trabajo se contratará una empresa arrendadora de sanitarios portátiles certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 sanitario móvil por cada 10-15 trabajadores en los frentes de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizará la disposición final de las aguas residuales y por último, se exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento anteriormente mencionado. Estos sanitarios móviles serán de uso obligatorio para todos los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto.

Así mismo se implementará la aplicación de procedimientos de manejo y disposición de residuos sólidos urbanos, procedimientos de manejo y disposición para residuos peligrosos, procedimiento de supervisión y vigilancia ambiental que en conjunto prevendrán de algún modo la contaminación del suelo y el agua de la zona.

Adicionalmente a la medida anteriormente mencionada, el proyecto mantendrá áreas de conservación de 0.374412 ha (61.51%) respecto al área total del predio. La permanencia de esta área de conservación con suelo y vegetación natural permitirá el seguimiento en la filtración y purificación del agua de calidad en la región, entre otros servicios ambientales que se seguirán llevando a cabo.

Durante la operación de las torres de departamentos, es importante considerar que dado que consiste en un proyecto que prestara servicios sanitarios, zonas de recreación como la palapa y piscina, en donde se generarán aguas residuales de manera temporal, principalmente en temporada vacacional. No obstante, las aguas residuales de origen sanitario que se generen serán tratadas por ua serie de cuatro biodigestores y posteriormente canalizadas a unas zanjas de infiltración para dar cumplimiento a un efluente con elementos que estén dentro de los límites máximos permisibles de acuerdo a las normas correspondientes.

***Por todo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la calidad del agua con respecto al predio y a su vez con la Cuenca B. Yucatán.***

**EN CUANTO A CANTIDAD.** Es importante comentar que la totalidad del flujo hidrológico de la región es subterráneo. El acuífero se encuentra en rocas calizas del terciario y cuaternario, en depósitos de litoral de este último período, con permeabilidad alta en material consolidado en la mayor parte de la entidad y de permeabilidad baja media en su área norte, particularmente en la franja costera, de material no consolidado.

Se trata de un solo acuífero regional con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas, por lo tanto existe un solo manto freático, pero que presenta variaciones en la calidad del agua en forma estratificada (en capas superpuestas, su parte superior alcanza una profundidad de 20 m aproximadamente; la explotación, uso y aprovechamiento del acuífero se efectúa entre los 20 a 40 m, que es donde se encuentra agua dulce de buena calidad; entre los 55 y 60 m se localiza la interfase salina y después de ésta profundidad se ubica la cuña marina. Esta ejemplificación de la distribución de las diferentes capas corresponde a la ciudad de Mérida, pero que se puede extender a todo el Estado, solo que los espesores y profundidades de los estratos son mayor conforme se avanza al sur y menores al norte.

La hidrología de la zona se encuentra influenciada por la cantidad de lluvia, el relieve, los tipos de suelo, los cuerpos de agua y la distancia o profundidad a la que se encuentre el manto freático. En la zona no existen cuerpos de agua permanentes como ríos o lagunas debido a que la mayor parte de las rocas presentes son de tipo calcáreas y muy porosas facilitando la filtración del agua hacia los mantos freáticos. En algunos casos la acumulación de agua en la superficie del suelo está restringida a sitios muy específicos en donde los suelos alcanzan un punto de saturación permitiendo la formación de aguadas temporales.

La península está formada por una plataforma sedimentaria de roca caliza porosa que le da características hidrológicas únicas, no existe un sistema superficial de corrientes de agua dulce de carácter permanente, sino un flujo muy particular de agua subterránea, por la fácil filtración del agua pluvial a través de la roca caliza. Una escasa pendiente topográfica y la naturaleza cársica de la roca caliza determinan una hidrología superficial efímera y de escurrimiento mínimo. Menos del 5% de la lluvia escurre o se acumula superficialmente debido a la alta permeabilidad del terreno. El movimiento del agua en el subsuelo se realiza por medio de infiltraciones capilares a través de los materiales calcáreos más porosos del subsuelo, o mediante corrientes que se desarrollan dentro de conductos cavernosos y oquedades que se conectan unos con otros para formar todo un complejo sistema hidrológico subterráneo.

La estructura anticlinal de piedra caliza controla la división estratificada del drenaje y las redes de distribución del carso. En el área no existen cenotes ni corrientes superficiales permanentes de agua y únicamente en época de lluvias se presenta el “corriental”, sobre las uniones de las leves ondulaciones del relieve del sitio del proyecto.

Del subsuelo Yucateco se extraen actualmente por medio de 5800 aprovechamientos alrededor de 547.01 millones de metros cúbicos al año ( $Mm^3/año$ ) de agua, volumen que es destinado como sigue: 271.00  $Mm^3$  para uso agrícola principalmente para riego de 30 000 hectáreas ubicadas en el sur y oriente del estado, 240.01  $Mm^3$  son suministrados a los núcleos de población, 3  $Mm^3$  para satisfacer las necesidades de agua a la población rural, 29.00  $Mm^3$  son utilizados por las industrias y 4  $Mm^3$  para otros usos. La extracción apuntada representa poco más de 6.09% de la recarga del acuífero, el cual es del orden de 8,975  $Mm^3$ , que incluye tanto la infiltración de las lluvias como de los aportes subterráneos provenientes de los estados vecinos. No obstante todo lo anterior existe el riesgo de salinización, principalmente en la zona del litoral con asentamientos urbanos o establecimientos turísticos.

Los datos oficiales que se presentan en el **ACUERDO POR EL QUE SE DA A CONOCER LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE 371 ACUÍFEROS DEL TERRITORIO NACIONAL, SE ACTUALIZA LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA DE 282 ACUÍFEROS, Y SE MODIFICA, PARA SU MEJOR PRECISIÓN, LA DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DE 202 ACUÍFEROS (DOF, Viernes 28 de agosto de 2009)** establecen en su artículo Primero, la actualización de los valores medios anuales de disponibilidad de los acuíferos que para el caso de Yucatán, son los siguientes:

**Tabla 4.23.** Disponibilidad media anual de agua subterránea de la región hidrológica-administrativa XII “Península de Yucatán”.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
ESTADO DE YUCATÁN							
3105	PENÍNSULA DE YUCATÁN	21,813.4	14,542	2,265.6	1,313.3	5,005.6	0.0000

**Simbología:** R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

Con base en lo anterior, se estima una disponibilidad media de agua subterránea de 5,005.6 millones de metros cúbicos, por lo que el proyecto no ocasionará una disminución significativa en la recarga media anual del acuífero, que es de 21,813.4 millones de metros cúbicos. Con este último dato se hizo la estimación de la infiltración de agua en la cuenca hidrológica forestal Yucatán.

Por otro lado, para cuantificar el volumen de captación e infiltración del agua en el área específica del proyecto, se realizó un balance hidráulico con los parámetros de precipitación media anual, evapotranspiración, escurrimiento obtenidos y calculados mediante datos climáticos (precipitación y temperaturas) de la estación climatológica de Estación Meteorológica PROGRESO en el periodo de 1921-1997 (<http://www.bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/archivos/200605025953.pdf>).

Con las variables anteriores se calculó la infiltración de agua para el área total del predio, área de CUSTF y áreas de conservación para poder visualizar el grado de afectación del proyecto en cuanto a la captación del agua. La estimación de la infiltración del agua se llevó a cabo mediante la utilización de la siguiente ecuación lineal:

**INFILTRACIÓN DEL AGUA.**

$$Infiltración = (P - ETR) At - Ve$$

**Dónde:**

P= Precipitación (mm/año)

ETR= Evapotranspiración (mm/año)

Ve= Volumen de escurrimiento (m<sup>3</sup>/año)

At= Área de la parcela de estudio (km<sup>2</sup>)

A continuación se describe el procedimiento completo para el cálculo de la infiltración del agua:

En los siguientes cálculos se presentaran las captaciones de agua (infiltración) actualmente perceptible (sin proyecto) y pérdidas de captación del agua que se tendrán por el CUSTF y establecimiento del proyecto (Sellado del suelo por concreto en el área que ocuparan las obras).

## EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración se calculó mediante el método de Thornthwaite, tal como sigue:

### Método de Thornthwaite

$$ETP = 16[T/I]^\alpha$$

Donde,

*ETP* = Evapotranspiración Potencial en mm

*T* = Temperatura media en °C

*I* = Índice de calor

$$\alpha = 0.000000675 I^3 - 0.0000771 I^2 + 0.01792 I + 0.49239$$

El índice de calor se calcula a través de la siguiente ecuación:

**Tabla 4.24.** Temperatura mínima, máxima y media de la estación meteorológica más cercanas al área de estudio.

TEMPERATURA °C			
MES	MÍNIMA	MAXIMA	MEDIA
ENERO	18.5	28.2	23.3
FEBRERO	18.7	29.2	23.9
MARZO	19.8	31.4	25.6
ABRIL	21	33	27
MAYO	22.3	33.7	28
JUNIO	22.8	33	27.9
JULIO	22.7	32.4	27.5
AGOSTO	22.8	32.4	27.6
SEPTIEMBRE	22.6	32.3	27.5
OCTUBRE	22.2	31.1	26.6
NOVIEMBRE	21	30	25.5
DICIEMBRE	19.3	28.6	23.9
<b>ANUAL</b>	<b>21.1</b>	<b>31.3</b>	<b>26.2</b>

**Tabla 4.25.** Cálculo del índice de calor (I) para el área de estudio.

T	i
23.3	10.2787
23.9	10.6820
25.6	11.8532
27.0	12.8483
28.0	13.5755
27.9	13.5022
27.5	13.2102
27.6	13.2830
27.5	13.2102

T	i
26.6	12.5612
25.5	11.7831
23.9	10.6820
<b>I</b>	<b>147.4696</b>

Aplicando la fórmula del método de Thornthwaite se obtiene lo siguiente

**Tabla 4.26.** Calculo del ETP del área de estudio en donde se pretende el CUSTF.

VARIABLES	
T	26.2
I	147.4696
$\alpha$	3.6231
<b>ETP</b>	<b>128.2154</b>

### VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO

La estimación del volumen de escurrimiento se llevó a cabo aplicando la siguiente formula:

#### VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO

$$Ve = (P) (At) (Ce)$$

Donde:

*Ve = Volumen medio anual de escurrimiento (miles de m<sup>3</sup>)*

*P = Precipitación anual mm*

*Ce = Coeficiente de escurrimiento anual*

*At = Área total sujeta a cambio de uso de suelo en km<sup>2</sup>*

A continuación se presentan las variables necesarias para la aplicación de la formula anteriormente presentada:

**Tabla 4.27.** Precipitación media anual del área de estudio.

MESES	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)
ENERO	28.4
FEBRERO	32.9
MARZO	12.4
ABRIL	14.8
MAYO	36.9
JUNIO	93.6
JULIO	59.9
AGOSTO	60.8
SEPTIEMBRE	124.9
OCTUBRE	76.6
NOVIEMBRE	27
DICIEMBRE	27.6
<b>ANUAL</b>	<b>595.8</b>

**Tabla 4.28.** Coeficientes de escurrimiento (Ce) de diferentes materiales en el área de captación.

CONDICIONES DE SUPERFICIE	PENDIENTE	COEFICIENTE K <sub>e</sub>
SUELO ARENOSO PLANO	S < 2 %	0.05 – 0.10
SUELO ARENOSO MEDIO	S ≥ 2 ≤ 7 %	0.10 – 0.15
SUELO ARENOSOS INCLINADO	S > 7 %	0.15 – 0.20
SUELO ARCILLOSO PLANO	S < 2 %	0.13 – 0.17
SUELO ARCILLOSOS MEDIO	S ≥ 2 ≤ 7 %	0.18 – 0.22
SUELO ARCILLOSOS INCLINADO	S > 7 %	0.23 – 0.35

Fuente: Chow. 1974

Tipo de Captación	Ce
Cubiertas superficiales	
Concreto	0.6 - 0.8
Pavimento	0.5 - 0.6
Geomembrana de PVC	0.85 - 0.90
Azotea	
Azulejos, teja	0.8-0.9
Hojas de metal acanaladas	0.7-0.9
Orgánicos (hojas con barro)	< 0.2
Captación en tierra	
Suelo con pendientes menores al 10%	0.0-0.3
Superficies naturales rocosas	0.2-0.5

El valor del Coeficiente de escurrimiento utilizado para el presente estudio fue de 0.10 y 0.6 por tratarse de un terreno con vocación forestal (actualmente con vegetación de duna costera) y posteriormente sellado con material de concreto en el área pretendida de CUSTF. Por lo que, se

utilizaron dos Ce: cuando el suelo se encuentra cubierto por vegetación forestal y suelo natural (0.10) y cuando se recubre el suelo con Concreto (0.60).

De todos los datos anteriormente presentados se obtuvieron las siguientes variables importantes para el cálculo del Ve:

P= 456.00 mm  
Ce= 0.10 (Áreas forestales)  
Ce= 0.60 (Concreto)  
At= 0.0028 km<sup>2</sup>

Las variables anteriores sirvieron para el cálculo del volumen de escurrimiento (Ve) en el área de CUSTF aplicando la siguiente formula:

$$Ve = (P) (At) (Ce)$$

Entre los resultados se encuentran las siguientes:

**Tabla 4.29.** Volumen medio anual de escurrimiento (miles de m<sup>3</sup>) en área de CUSTF antes del proyecto y después del establecimiento del proyecto.

CONDICIÓN	VOLUMEN MEDIO ANUAL DE ESCURRIMIENTO (MILES DE m <sup>3</sup> )
ÁREA PRETENDIDA PARA EL CUSTF (FORESTAL-ANTES DEL PROYECTO)	0.0026
ÁREA SOMETIDA A CUSTF (OBRAS DE CONCRETO DESPUÉS DEL PROYECTO)	2.5673

No obstante al cálculo anterior (área de CUSTF= 0.234287 ha), se presentan las áreas directamente relacionadas al proyecto con la finalidad de realizar las estimaciones para la cuenca forestal, área total del predio, área de CUSTF, áreas de crecimiento a futuro y áreas de conservación, tal como sigue:

**Tabla 4.30.** Usos y superficies de las áreas directamente relacionadas al proyecto.

USO	SUPERFICIE (HECTAREAS)
Superficie de la Cuenca B Yucatán	4,227,914.5900
Superficie total del proyecto	0.6087
Superficie vegetal forestal a afectar (CUSTF)	0.2343
Superficie de conservación	0.3744

De acuerdo a lo anterior, se plantean los escenarios que se tendrían en las infiltraciones en el área pretendida para el CUSTF sin el proyecto y con el proyecto, tal como se puede observar:

**Tabla 4.31.** Escenarios de la Infiltración actual en el área de CUSTF pretendida (Sin proyecto) y con el proyecto (Con CUSTF y establecimiento de Obras de Concreto).

PARAMETROS			SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
P	595.80	mm/año			
ETR	128.23	mm/año			
At	0.0023	km2			
Ve (FORESTAL)	0.14	m3			
Ve (PAVIMENTO-CONCRETO)	0.84	m3			
<b>INFILTRACIÓN (m3/año)</b>			<b>955.86</b>	<b>257.92</b>	<b>697.94</b>

La diferencia entre el volumen de infiltración con cobertura vegetal (FORESTAL) y con proyecto (CON SELLAMIENTO DE SUELO POR OBRAS DE CONCRETO) es de 697.94 m<sup>3</sup>/año, y que representa la pérdida neta a mitigar por el proyecto por motivo del CUSTF.

Este último volumen representaría la pérdida neta de agua que se estaría dejando de percibir por motivo del CUSTF y sellamiento del suelo con obras de concreto. Asimismo, este sería el volumen que se tuvo que mitigar con la finalidad de hacer del proyecto sustentable.

No obstante a lo anterior, si se comparan los valores estimados del volumen total de infiltración para la Cuenca B Yucatán, y los valores calculados de infiltración para el predio total y el área de CUSTF se tendrían las siguientes representatividades:

**Tabla 4.32.** Representatividad de la afectación del CUSTF (Infiltración) respecto a la infiltración potencial percibida en el Estado de Yucatán, Cuenca y Predio bajo estudio.

	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	INFILTRACIÓN (m <sup>3</sup> )	REPRESENTATIVIDAD (%)
<b>VALORES ESTIMADOS</b>			
Estado de Yucatán	141,523,000,000	25,315,700,000.00	
Área de la Cuenca B Yucatán	42,279,145,900.00	7,562,913,264.00	100.00
<b>VALORES CALCULADOS</b>			
Área total del proyecto	6,086.99	1,610.81	0.000021
Área cambio uso del suelo (sin proyecto)	2,342.87	813.72	0.000011
<b>Área de cambio de uso de suelo (con proyecto)</b>	2,342.87	<b>178.93</b>	0.000002

Lo anterior representa el comparativo de la pérdida de captación de agua (1,610.81-813.72= 797.09 m<sup>3</sup>) por motivo del CUSTF por el proyecto de la Construcción de Residence San Crisanto y que representa el 39.4% respecto a la infiltración potencial percibida en el área total del predio. La pérdida anterior en captación y filtración del agua representa únicamente el 0.000003% y 0.000008% de lo que se sigue captando en el Estado de Yucatán y Cuenca B Yucatán, respectivamente.

A pesar de la pérdida en la captación de agua por motivo del CUSTF, si se considera como medida de mitigación el mantener un área de conservación con vegetación y suelo natural se tiene que el proyecto prevendrá la pérdida en la captación de agua por filtración de 4829.61m<sup>3</sup>/año, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 4.33.** Mitigación en la pérdida de filtración de agua en el área del proyecto.

CONDICION	PERDIDA DE INFILTRACION DE AGUA (m3/Año) en 0.278416 ha	REPRESENTATIVIDAD (%)
<b>TOTAL DE INFILTRACION A MITIGAR</b>	697.94	100.00
<b>MEDIDA DE MITIGACION</b>	<b>INFILTRACION DE AGUA MITIGADA (m3/Año)</b>	
<b>INFILTRACION MITIGADA CON LA PRESENCIA DE AREAS DE CONSERVACIÓN</b>	1,527.55	218.86
<b>TOTAL DE MITIGADO</b>	<b>1,527.55</b>	<b>218.86</b>

Como se puede observar con las medidas de mitigación el proyecto permitirá la infiltración de mayor volumen de agua que el que se dejará de percibir en el área de CUSTF por sellamiento.

**De esta manera, se puede indicar que no se afectará significativamente la captación de agua en la Cuenca hidrológica forestal B Yucatán y en el predio por efecto del proyecto, ya que mediante la aplicación de la medida de mitigación ayudaran a percibir y captar mayor cantidad de agua de la que se percibía en el área de CUSTF.**

**Por todo lo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la provisión de agua en cuanto a la cantidad de infiltración con respecto a la Cuenca B Yucatán y al predio bajo estudio.**

**A través del análisis de cada uno de los servicios ambientales arriba mencionados se puede indicar que dichos servicios serán afectados en un grado mínimo, y se puede afirmar que el proyecto es ambientalmente viable.**

#### IV.4 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

A continuación en la siguiente tabla se presenta la información correspondiente

**Tabla 4.34.** Diagnóstico ambiental del proyecto en manifiesto.

Factor	Tendencia del factor
Deterioro natural	El deterioro natural de la zona será lento, toda vez que existen criterios de regulación ecológica dictaminados por el POETCY, los cuales estipulan las superficies máximas a desmontar; además de normas oficiales mexicanas destinadas a la protección tanto de la biodiversidad como el manto acuífero.
Grado de conservación	Mediano. Actualmente es una zona con un lento crecimiento urbano, que incluye tanto la presencia de casas habitación como desarrollos inmobiliarios destinados a fines de segunda residencia, los cuales se están edificando en predios protegidos por diversos instrumentos de política ambiental pero anteriormente fueron objeto de fenómenos meteorológicos que dañaron su configuración en cuanto a la estructura del paisaje (morfología y cobertura vegetal).
Calidad de vida por	Buena, toda vez que los instrumentos de política ambiental aplicables

Factor	Tendencia del factor
aumento demográfico	no solo a este proyecto, sino todo aquel distinto a una vivienda unifamiliar implican conservar recursos naturales entendidos como agua, suelo, flora y fauna; enfocándose en un desarrollo sustentable.
Aspectos normativos	Alto y restrictivos. Actualmente los instrumentos de política ambiental como los programas de ordenamientos territoriales limitan en desarrollo de infraestructura urbana en gran medida, la cual por fines de inversión extranjera tienden a solicitar ocupar superficies mayores al 30 % de las superficies de los terrenos.
Diversidad	Alta. Si se continúa aplicando los instrumentos de política ambiental vigentes la flora y fauna podrá conservarse para generaciones futuras.
Rareza	Se considera que con el paso de los años no se encuentren nuevas especies vegetales o faunísticas dentro del sistema ambiental del proyecto.
Estado de conservación de recursos naturales	Los recursos naturales gracias a los instrumentos de política ambiental como los ordenamientos territoriales , normas, leyes y reglamentos podrán coexistir sin problemas con el desarrollo urbano orquestado por los seres humanos.
Grado de aislamiento	No se considera que exista un grado de aislamiento mayor al actual, toda vez que la presencia del desarrollo urbano irá acercándose a la zona de san Crisanto una vez las localidades costeras cercanas a progreso ya estén saturadas.
Calidad	Alta. Como se ha mencionado, gracias a los diversos instrumentos de política ambiental, así como el presente procedimiento en materia de evaluación de impacto ambiental y cambio de la vocación natural del suelo se espera que las medidas tanto de prevención y mitigación que sean fijadas por la autoridad garanticen la preservación de los ecosistemas sin causar desequilibrios ecológicos de relevancia.



# CAPITULO V

## *IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.*



Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



**GCA CONSULTORES**  
proveedora de soluciones



## CONTENIDO

<b>V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.</b> .....	<b>1</b>
<b>V.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS</b> .....	<b>1</b>
<b>V.1.1 Indicadores de Impacto.</b> .....	<b>1</b>
<b>V.1.2 Lista Indicativa de Indicadores de Impacto.</b> .....	<b>3</b>
<b>V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación.</b> .....	<b>7</b>
<b>V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.</b> .....	<b>12</b>
<b>V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS</b> .....	<b>13</b>
<b>V.4 CONCLUSIONES</b> .....	<b>15</b>

## **V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **V.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS**

Para el presente capítulo se utilizará la metodología de Conesa (1997), que establece que en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero 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 determinar 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 estará 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 Impacto.**

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.
- Acciones que implican emisión de contaminantes.
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos.
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos.
- Acciones que implican sub-explotación de recursos.
- Acciones que actúan sobre el medio biótico.
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje.
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras.
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental 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 Lista Indicativa de Indicadores de Impacto**

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico.

El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico 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, toman 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 es 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 reemplazado.
- 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.

**Tabla 5. 1. Impactos ambientales generados por el proyecto.**

<b>IMPACTOS</b>	<b>MEDIO FÍSICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del Aire (Generación de emisiones a la atmosfera).</li> <li>• Contaminación Acústica (Generación de Ruido).</li> <li>• Suelo (Características fisicoquímicas, estructura y calidad).</li> <li>• Agua Subterránea (Afectación en la calidad del agua).</li> </ul>
	<b>MEDIO BIÓTICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modificación del paisaje (Calidad escénica).</li> <li>▪ Afectación a la Flora (Cobertura, especies endémicas y protegidas).</li> <li>▪ Afectación a la Fauna (Microfauna, fauna mediana y especies protegidas).</li> </ul>
	<b>MEDIO SOCIO-ECONÓMICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mejor calidad de vida.</li> <li>▪ Generación de empleos (Demanda de bienes).</li> </ul>

### **V.1.3 Criterios y Metodologías de Evaluación.**

El Documento Técnico que debe presentar el titular de un proyecto, y sobre la base que se produce la declaración o estimación de los posibles impacto ambientales, deberá identificar, describir y valorar de manera apropiada, y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsible que la realización del proyecto producirá sobre los distintos aspectos ambientales.

Es por eso que el Documento Técnico Unificado 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:

**Tabla 5. 2. Criterios a evaluar en el proyecto**

$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Donde:	
<b>I</b>	Importancia del impacto
<b>±</b>	Signo
<b>IN</b>	Intensidad
<b>EX</b>	Extensión
<b>MO</b>	Momento
<b>PE</b>	Persistencia
<b>RV</b>	Reversibilidad
<b>SI</b>	Sinergia
<b>AC</b>	Acumulación
<b>EF</b>	Efecto
<b>PR</b>	Periodicidad
<b>MC</b>	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 5.3. 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
Indirecto	1	Periódico	2
		Continuo	4
		Directo	4
<b>Recuperabilidad (MC)</b>		<b>Importancia (I)</b>	
De manera inmediata	1	$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
A mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

A fin de clarificar el significado de las características expresadas y sus valores, se describe a continuación cada una de ellas.

**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 1.

**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 1.

#### **V.1.4 Metodología de Evaluación y Justificación de la Metodología Seleccionada.**

---

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 ( $IR_i$ ) 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 ( $I_i$ ), 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 ( $I_j$ ), 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 ( $IP_j$ ), obtenidos en este caso por suma algebraica.

Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales ( $I_j$ ), 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  
 **$I = \sum_j I_j = \sum_i I_i' + IP = I' + IP$**

La importancia total ponderada  $IR$ , de los mismos  
 **$IR = \sum_j IR_j = \sum_i I_i' R_i + IPR = I'R + IPR$**

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.

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	i	n	1	2	1	2	i	n	1	2	1	2	1	2										
A <sub>1</sub>		A <sub>2</sub>		A <sub>i</sub>		A <sub>n</sub>		Ab.		Rel.		A <sub>1</sub>		A <sub>2</sub>		A <sub>i</sub>		A <sub>n</sub>		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>		-	I <sub>R</sub>			

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta;

Rel. = Importancia relativa

$$I_i = \sum_j I_{ij} I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum P_j \quad I_j = \sum_i I_{ij} I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \cdot P_i / \sum P_i \quad I_{Pj} = \sum_{i < n} I_{Pij} \quad I_{RPj} = \sum_{i < n} I_{RPij} \quad I_j = I'_j + I_{Pj} \quad I_{Rj} = I'_{Rj} + I_{RPj}$$

**Figura 5.1.** Ejemplificación de la Matriz de Importancia.

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 a 25 son compatibles, aquellos que se encuentren entre 25 y 50 se consideran moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

**Tabla 5.3.** Valores de importancia del Impacto.

Niveles de Impacto	
Ambiental Compatible	<25
Ambiental Moderado	25-50
Ambiental Severo	50-75
Ambiental crítico	> 75

La puesta en marcha del proyecto modificara la situación actual del área donde se ubicará, debido a la:

- Generación de ruido.
- Generación de emisiones a la atmosfera.
- Afectación en la calidad del agua.
- Impermeabilización del suelo.
- Generación de residuos.
- Afectación flora y fauna.
- Generación de aguas residuales.
- Proveer de empleos a los pobladores cercanos.

## V.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

### Construcción del escenario modificado por el proyecto

Las características físicas y biológicas del área en donde se pretende desarrollar el proyecto, serán modificadas debido a la pérdida de la cobertura vegetal y del suelo.

El proyecto consiste en la **CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PRYECTO “RESIDENCE SAN CRISANTO”**. Actualmente el escenario donde será llevado a cabo el proyecto es una zona, donde se pueden observar en la mayor parte del predio algunos remanentes con vegetación secundaria de duna costera. Lo cual concuerda con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI en su carta serie IV.



**Figura 5.2.** Aspecto de la vegetación observada en el predio bajo estudio.

Los impactos ambientales que se presentaran en el sitio del proyecto durante las actividades de la construcción se consideran como se describe a continuación:

**Para la Preparación del Sitio:**

Afectación de la vegetación, calidad del aire y suelo por el desmonte y despalme, remoción de la primera capa de suelo.

**Para la construcción:**

Afectación al suelo, aire, agua, operación de maquinaria, nivelaciones y rellenos.

**Para la operación:**

Tránsito de vehículos y generación de residuos sólidos urbanos.

**Tabla 5.4.** Identificación de los efectos en el sistema ambiental.

<b>IMPACTOS</b>	Atmosférico	Calidad del aire	Generación de emisiones a la atmosfera
	Geosférico	Ruido	Incremento en los niveles de presión sonora
		Suelos	Alteraciones de la estructura
			Alteraciones de las características fisicoquímicas
			afectaciones de la calidad del suelo
	Contaminación		
	Hidrosférico	Agua	Alteración en la calidad del agua.
	Biótico	Paisaje	Deterioro de las visuales paisajísticas
			Disminución de la calidad del escenario natural
		Vegetación	Perdida de la cobertura vegetal
			Cambios en la cobertura vegetal
	Socio-económico	Fauna	Afectaciones a la fauna (Microfauna, Fauna Mediana)
		Social	Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de localidades cercanas
		Económico	Generación de empleos
	Demanda de bienes y servicios		

### **V.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.**

Las afectaciones directas del proyecto al ambiente son principalmente sobre el área de construcción así como sus colindancias inmediatas.

Las principales afectaciones que detectan por actividades propias del proyecto son:

- a) Calidad del aire (Generación de emisiones a la atmosfera):** Los impactos que recibirá este rubro, serán en su mayoría negativos, aunque temporales; esto se debe principalmente; a que materiales varios se levantan del suelo como resultado del desmote y el despalle realizado durante la etapa de preparación del sitio. Asimismo, del polvo que se produce durante la etapa de construcción. Por otro lado, el tránsito vehicular (maquinaria) requerida para estos trabajos, funciona con diésel, el cual emite gases contaminantes y partículas de polvo, por lo que se afectara de manera temporal la calidad del aire.
  
- b) Ruido (Incremento en los niveles de presión sonora):** Los impactos se generaran de forma negativa y temporal, ya que serán solamente durante la implementación del proyecto. Este impacto será producto del uso de maquinaria y vehículos como volquetes, necesarios durante las etapas de preparación del sitio así como en la de construcción.
  
- c) Suelo (Estructura, Características Físicoquímicas, Calidad y Contaminación):** Los impactos que se generaran serán en su mayoría negativos y permanentes, ya que las acciones de construcción, no permitirán la renovación del suelo que fue removido desde la etapa de preparación del sitio. Y, que dadas las características propias de las áreas de sellamiento, no serán de manera temporal. Sin embargo la mayor parte del proyecto permanecerá con la vegetación natural, de igual forma los caminos no serán sellados, en estos únicamente será removida la vegetación.
  
- d) Agua (Alteración en la calidad del agua.):** La calidad del agua subterránea, recibirá un impacto negativo durante la impermeabilización, ya que evitara el paso libre del oxígeno y nutrientes hacia la parte subterránea del suelo. También se puede ver afectado este recurso, por el manejo imprudencial de combustibles y aceites que ocupa la maquinaria, así como por la mala disposición de aguas residuales.
  
- e) Paisaje (Deterioro de las Visuales Paisajísticas y Calidad del Escenario Natural):** Durante la etapa de preparación del sitio, se producirán impactos negativos y permanentes, ya que serán ocasionados por la eliminación de la vegetación nativa, para el establecimiento de las diferentes obras que considera el proyecto.
  
- f) Vegetación (Pérdida y Cambios en la cobertura vegetal):** Los impactos que se producirán serán en su totalidad negativos y permanentes, debido a la remoción de la cobertura vegetal durante el desmote. Sin embargo con la implementación de áreas verdes y de conservación se espera compensar en la medida de lo posible este impacto.

- g) Fauna (Afectación a la microfauna, fauna mediana y especies protegidas):** Los impactos serán negativos y temporales, ya que, durante la etapa de preparación del sitio, éstos serán ahuyentados o reubicados de sus nichos naturales hacia nuevos hábitats para resguardo.
- h) Social (Mejoramiento de la calidad de vida):** Debido a la implementación del proyecto, además de generar empleos, en su etapa de operación atraerá turistas los cuales tendrán que pasar por algunos poblados cercanos, lo que podrá contribuir a la demanda de bienes y servicios principalmente alimenticios, lo que podrá mejorar la calidad de vida de los pobladores.
- i) Económico (Generación de empleos y Demanda de bienes):** Los empleos que generara el proyecto, es uno de los impactos positivos durante el mismo, ya que se contrataran habitantes de las comunidades más cercanas para la elaboración de las distintas acciones que se llevaran a cabo durante el proyecto. Por otra parte, cuanto a los servicios, estos serán requeridos según las necesidades del proyecto. En las cercanías del área se localizan centros de distribución de combustibles, así como de energía eléctrica. Y en cuanto a los servicios de salud, estos se localizan en la cabecera municipal. Del mismo modo se generala la oportunidad del establecimiento de nuevas áreas de comercio.

## **V.4 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS**

### **Evaluación de los impactos Durante la Obra y Operación.**

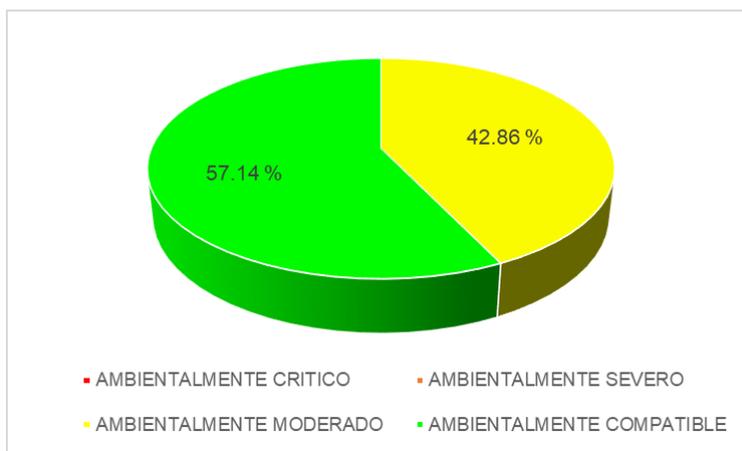
De acuerdo a la metodología antes mencionada se procedió a realizar una valoración de los posibles impactos que pudiera generar el proyecto durante cada una de sus etapas, desde el inicio hasta su operación.

Una vez realizada dicha valoración por etapas las diferentes etapas que tendrá el proyecto, se realizó una sumatoria y finalmente se promediaron los resultados, tal y como se puede observar en la tabla siguiente del resumen de la valoración de impactos

**Tabla 5.5** Impactos ambientales generados por el proyecto.

IMPACTO	PREPARACIÓN DEL TERRENO		CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	TOTAL	PROM
	trazo y Delimitación	Desmonte y Despalle	Nivelación del terreno	Excavación y compactación	Edificación	Actividades Humanas		
Generación de emisiones a la atmosfera	16	22	20	24	22	18	122	20.3
Incremento en los niveles de presión sonora (Ruido)	16	21	21	24	24	23	129	21.5
Alteraciones de la estructura	22	25	34	34	41	13	169	28.2
Alteraciones de las características fisicoquímicas	16	31	34	34	41	13	169	28.2
afectaciones de la calidad del suelo	16	31	34	34	41	13	169	28.2
Contaminación	16	25	35	31	36	28	171	28.5
Alteración en la calidad del agua.	16	21	25	29	42	30	163	27.2
Deterioro de las visuales paisajísticas	19	22	25	29	41	13	149	24.8
Disminución de la calidad del escenario natural	19	25	25	29	41	13	152	25.3
Perdida de la cobertura vegetal	19	25	19	23	35	13	134	22.3
Cambios en la cobertura vegetal	19	29	19	23	35	14	139	23.2
Afectaciones a la fauna (Microfauna, Fauna Mediana)	16	23	25	23	32	26	145	24.2
Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de localidades cercanas	19	19	19	19	19	22	117	19.5
Generación de empleos	19	16	19	19	19	26	118	19.7

Por lo que de acuerdo a esta valoración y a nuestra tabla de valores de importancia del Impacto (Ver tabla 5.2) se puede decir que de los 14 impactos evaluados, seis son negativos pero de intensidad ambiental moderada, así mismo se generaran ocho impactos más de los cuales dos son considerados como benéficos y los otros seis negativos, sin embargo de acuerdo a los valores de la matriz realizada se consideran como ambientalmente compatibles.



**Figura 5.3.** Porcentaje de los impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio en la etapa constructiva.

Esto es debido a la importancia del ecosistema en el que se pretende desarrollar el proyecto, además como se ha hecho de mención anteriormente, el proyecto ha sido diseñado para no afectar zonas de importancia, así como también contempla la permanencia de áreas de conservación las cuales permanecerán con el suelo y la vegetación natural, los cuales seguirán prestando servicios de importancia para la región.

## V.5 CONCLUSIONES

El sistema ambiental antes del proyecto presenta un estado ambientalmente compatible considerando las características de la zona así como las actividades que se realizan en el predio y en las áreas de influencia.

Por lo que este sistema se encuentra en las condiciones perfectas para llevar a cabo el proyecto. Durante la construcción del proyecto se considera que el sistema se encontrara en un ambiente moderado, debido a que habrá un impacto negativo sobre los componentes bióticos a abióticos mencionados anteriormente, sin embargo los componentes socioeconómicos se verán impactados de manera positiva, ya que se crearán empleos temporales y se requerirá de servicios por lo que aumentara la derrama económica en la zona de influencia al proyecto. 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 considera compatible y ambientalmente viable la realización del presente proyecto.



# CAPITULO VI

*JUSTIFICACIÓN TÉCNICA,  
ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE  
LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL  
DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.*



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



**GCA CONSULTORES**  
proveedora de soluciones



## CONTENIDO

---

<b>VI JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>1</b>
<b>VI.1 Justificación Técnica que Motive la Autorización Excepcional del Cambio de Uso del Suelo.....</b>	<b>1</b>
<b>VI.2 Justificación Económica que Motive la Autorización Excepcional del Cambio de Uso del Suelo.....</b>	<b>26</b>
<b>VI.3 Justificación Social que Motive la Autorización Excepcional del Cambio de Uso del Suelo.....</b>	<b>28</b>

## VI JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

### VI.1 Justificación Técnica que Motive la Autorización Excepcional del Cambio de Uso del Suelo

Dentro del polígono del proyecto existe básicamente vegetación secundaria derivada de duna costera. El predio destinado para el proyecto actualmente se encuentra con vegetación con vocación forestal, no obstante se encuentra perturbado, la existencia de un camino vehicular que colinda con el polígono del proyecto, propicia la fragmentación del ecosistema; las actividades humanas que se realizan en los alrededores (tránsito de vehículos, abandono de cocales y establecimiento de viviendas, por mencionar algunas) no permiten la regeneración natural del sistema impactado.

Una vez planteado lo anterior se hace evidente que el predio no se trata de un ecosistema no perturbado o que presente un alto grado de conservación. La principal relevancia del sitio constituye el papel que juega como ecosistema en la dinámica litoral y que forma parte de la vegetación de duna costera en la península de Yucatán.

Las condiciones actuales en que se encuentra el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, donde destaca:

- Un paso vehicular que colinda con el polígono donde se llevara a cabo el proyecto, al ser transitado por gente que se traslada al puerto de Chabihau.
- Con un uso del suelo de tipo turístico, hotelero, urbano y habitacional en los alrededores.
- Bajo una política de ordenamiento y criterios de uso que hacen viable el desarrollo de actividades turísticas alternativas.

Las características topográficas y de ubicación del predio, junto con las disposiciones municipales en cuanto al uso del suelo y la planeación ordenada de uso del territorio determinan que existen las bases técnicas para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) e implementación del proyecto.

Aunado a los puntos anteriores, el análisis que se hace en este documento tiene por objeto justificar la necesidad del CUSTF de la superficie solicitada para tal efecto, por lo cual se describen las condiciones generales del terreno, sus características físicas y biológicas, las características generales del proyecto, las medidas de protección, prevención y mitigación de los impactos ambientales que se generaran por el proyecto.

Los servicios con los que se pretende dotar son los siguientes:

- Agua potable
- Electrificación
- Accesos, circulaciones internas y estacionamientos
- Sistema de tratamiento de aguas residuales (biodigestores de 7,000 litros).
- Servicio de voz y datos
- Recreación (área de piscina y jardín)

**CONDICIONES DEL PREDIO Y SUS ALREDEDORES.** El predio en donde se pretende llevar a cabo el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) para el desarrollo del proyecto Construcción y Operación del proyecto “Residence San Crisanto”. estará ubicado al Norte del Estado de Yucatán, en terrenos de predio rustico perteneciente a la localidad de San Crisanto, perteneciente al municipio de Sinanché, específicamente en los tablajes rústicos marcados con los números 5035, 5036, 5037, 5038, de la localidad ante mencionada.

En general en toda el área de estudio y sus colindancias inmediatas se encuentra usos del suelo como vialidades, desarrollos inmobiliarios, agricultura de temporal permanente y vegetación secundaria predominantemente arbustiva y arbórea con vocación forestal.

De manera general el trazo del proyecto presenta las siguientes características:

- Se trata de un polígono inmerso en el Municipio de Sinanché, Yucatán. (según el INSEJUPY, dependencia del gobierno del estado de yucatán)
- Los predios adyacentes son principalmente rústicos (vegetación secundaria derivada de selva duna costera), carreteras municipales, desarrollos inmobiliarios.
- El área general en que se ubica el polígono bajo estudio se ha incluido en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán (POETY) y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY).

Otros criterios tomados en cuenta para la selección del sitio bajo estudio son:

- Se tiene certeza legal del predio en donde se pretende realizar el CUSTF para el proyecto.
- Que el área de selección fuera compatible con los usos pretendidos por el presente proyecto (vialidades como parte de las obras de urbanización de un futuro desarrollo inmobiliario).
- El proyecto contará con autorización en materia de impacto ambiental.
- Que no afecte de manera importante zonas naturales de interés ecológico especial, tales como las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs), Áreas de Importancia para la Protección de las Aves (AICAS), Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), Región Hidrológica Prioritaria (RHP) y Región Marina Prioritaria (RMP).
- La topografía del terreno permite el desalojo natural de las aguas pluviales.

### **Uso del suelo de acuerdo a los programas de ordenamiento ecológico aplicables**

El predio bajo estudio se encuentra inmerso dentro del POETY y POETCY, y el proyecto es totalmente congruente con dichos ordenamientos, tal como se puede observar a continuación:

La UGA denominada **1A.-Cordones Litorales** describe usos compatibles con el turismo alternativo y de playa, siendo el caso particular el proyecto en comento.

De igual forma, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, el proyecto se ubica dentro de la UAG **Y0BA03-BAR** con política **C3**, cuyas actividades y usos del suelo actuales así como compatibles se destaca la Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles) y el Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos); por lo que el proyecto pretendida autorización (Construcción y Operación del proyecto “Residence San Crisanto”) pretende prestar servicios de turismo alternativo/tradicional de mediano impacto toda vez que la

naturaleza de las actividades corresponden a la construcción y operación de una vivienda multifamiliar, mejor conocida como departamentos. *Como puede visualizarse a través del análisis de la información vertida en párrafos anteriores el proyecto es totalmente congruente con los usos planeados en el POETY y el POETCY. Por lo que la realización del proyecto es totalmente viable y congruente con los objetivos y estrategias planteadas en los programas ordenamiento antes mencionados y que se encuentra en concordancia con el uso sustentable de los recursos de la región.*

### **Uso que se pretende dar al predio.**

Las diferentes obras a construir y usos a realizar a través del presente proyecto Construcción y Operación de Residence San Crisanto” consta de la construcción de dos torres de departamentos, estacionamiento, caminos de acceso, andadores, áreas verdes, piscina así como una gran parte del predio que se destinará como superficie de conservación.

Es decir como se ha comentado anteriormente se pretende transformar predios rústicos CON VEGETACIÓN SECUNDARIA DERIVADA DE DUNA COSTERA para darle un nuevo uso que consiste en la construcción y operación de una vivienda multifamiliar (torres de departamentos).

*La ejecución del CUSTF y el proyecto con las especificaciones señaladas en el programa de trabajo y los estándares de calidad proyectados, así como el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en cada una de las etapas del proyecto permitirá reducir los impactos al aire, suelo, agua, así como a la flora y fauna silvestre, además de garantizar que no se comprometan las condiciones biológicas de la zona.*

*Las características topográficas y de ubicación del predio, junto con las disposiciones acerca de la planeación ordenada del uso del territorio (POETY y POETCY), determinan que existen las bases técnicas para el cambio de uso del suelo e implementación del proyecto.*

*Aunado a los puntos anteriores, el análisis que se hace en este estudio para el Cambio de Uso del Suelo tiene por objeto justificar la necesidad del Cambio de Uso del Suelo de dicha superficie solicitada, para lo cual se describen las condiciones generales del terreno, sus características físicas y biológicas, las características generales del proyecto y las medidas de protección, prevención y mitigación de los impactos ambientales que se generaran por el proyecto.*

*Se presenta para su evaluación ante la SEMARNAT el presente DTU para el CUSTF con los puntos estipulados en el Artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y con los datos técnicos para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable que a la letra dice:*

La Secretaría sólo podrá autorizarlo por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que **no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación;** y que los **usos alternativos del suelo** que se propongan **sean más productivos a largo plazo.**

De manera particular los datos técnicos para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, son las siguientes:

### NO SE COMPROMETERÁ LA BIODIVERSIDAD.

La flora y fauna silvestres, son elementos de la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra (Zamorano de Haro, 2009<sup>1</sup>).

A continuación se presenta la comparación entre los resultados de la composición, estructura y diversidad de la flora y la fauna registrada en el predio donde se llevará a cabo el CUSTF y la Cuenca B Yucatán.

#### FLORA SILVESTRE.

La flora silvestre analizada y dividida por estratos permite visualizar los siguientes resultados:

##### **Estrato Herbáceo**

En el estrato herbáceo de la cuenca se registró un total de 88 especies y en el área de CUSTF únicamente 43. Lo anterior indica que en la cuenca hay una mayor riqueza específica con respecto al predio. En total tanto el predio como la cuenca comparten 38 especies. Asimismo, en el estrato herbáceo de la cuenca se registraron 45 especies que no fueron registrados en el predio; mientras que 5 especies fueron registradas en el predio pero no en la cuenca. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 6.1.** Especies registradas en el ESTRATO HERBÁCEO de la cuenca y del predio.

<b>ESTRATO HERBÁCEO</b>			
<b>#</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>CUENCA VIR (%)</b>	<b>CUSTF VIR (%)</b>
1	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	5.38	10.83
2	<i>Agave angustifolia</i>	16.82	27.34
3	<i>Alternanthera ramosissima</i>	0.83	13.96
4	<i>Amaranthus greggii</i>	3.82	0.00
5	<i>Ambrosia hispida</i>	15.96	22.14
6	<i>Andropogon glomeratus</i>	1.11	0.00
7	<i>Aristida adscensionis</i>	2.00	0.00
8	<i>Batis marítima</i>	4.41	7.38
9	<i>Bidens alba</i>	3.34	6.60
10	<i>Blutaparon vermiculare</i>	6.98	0.00
11	<i>Bonellia macrocarpa</i>	3.23	9.47
12	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	13.73	8.41
13	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	8.60	19.56
14	<i>Cakile edentula</i>	1.55	0.00

<sup>1</sup> Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

ESTRATO HERBÁCEO			
#	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	CUSTF VIR (%)
15	<i>Canavalia rosea</i>	4.55	2.67
16	<i>Capparis flexuosa</i>	1.59	9.78
17	<i>Cascabela gaumeri</i>	2.58	0.00
18	<i>Cassytha filiformis</i>	0.77	5.51
19	<i>Cenchrus echinatus</i>	8.77	1.18
20	<i>Chloris inflata</i>	2.41	0.00
21	<i>Chrysobalanus icaco</i>	2.61	0.00
22	<i>Coccoloba uvifera</i>	2.21	5.19
23	<i>Coccothrinax readii</i>	0.65	0.00
24	<i>Commelina erecta</i>	1.09	4.71
25	<i>Conyza canadensis</i>	1.19	0.85
26	<i>Cordia sebestena</i>	2.08	0.00
27	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	1.93	5.43
28	<i>Croton flavens</i>	7.19	1.94
29	<i>Croton humilis</i>	1.75	0.00
30	<i>Croton punctatus</i>	2.19	7.60
31	<i>Cynodon dactylon</i>	7.03	0.00
32	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	28.02	27.54
33	<i>Desmodium tortuosum</i>	1.14	0.00
34	<i>Dicliptera sexangularis</i>	1.57	0.00
35	<i>Distichlis spicata</i>	6.04	15.62
36	<i>Echites umbellatus</i>	1.67	0.00
37	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	0.00	0.92
38	<i>Eragrostis ciliaris</i>	3.58	0.00
39	<i>Ernodea littoralis</i>	0.00	3.55
40	<i>Euphorbia cyathophora</i>	0.70	0.92
41	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	0.83	0.00
42	<i>Fimbristylis spadicea</i>	1.64	0.00
43	<i>Flaveria linearis</i>	15.26	4.71
44	<i>Gossypium hirsutum</i>	6.50	4.00
45	<i>Heliotropium angiospermum</i>	1.01	0.00
46	<i>Hymenocallis littoralis</i>	0.70	1.64
47	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	4.50	1.08
48	<i>Lantana camara</i>	1.58	5.34
49	<i>Leucaena leucocephala</i>	2.68	0.00
50	<i>Lycium carolinianum</i>	0.93	0.00

ESTRATO HERBÁCEO			
#	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	CUSTF VIR (%)
51	<i>Malvaviscus arboreus</i>	3.45	2.35
52	<i>Mammillaria gaumeri</i>	3.07	0.00
53	<i>Melanthera nivea</i>	2.78	0.00
54	<i>Melinis repens</i>	1.25	0.00
55	<i>Melochia pyramidata</i>	0.65	0.00
56	<i>Merremia aegyptia</i>	0.77	0.88
57	<i>Metopium brownei</i>	4.00	0.00
58	<i>Mimosa bahamensis</i>	0.71	0.00
59	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	1.06	0.00
60	<i>Neea psychotrioides</i>	0.61	0.00
61	<i>Opuntia stricta</i>	7.43	3.73
62	<i>Passiflora foetida</i>	2.11	5.15
63	<i>Pithecellobium keyense</i>	2.75	20.28
64	<i>Pluchea odorata</i>	1.11	1.16
65	<i>Porophyllum punctatum</i>	4.88	16.37
66	<i>Portulaca pilosa</i>	0.67	0.00
67	<i>Quadrella incana</i>	0.00	1.94
68	<i>Rhynchospora colorata</i>	1.25	0.00
69	<i>Ricinus communis</i>	0.93	0.00
70	<i>Salicornia bigelovii</i>	2.08	0.00
71	<i>Scaevola plumieri</i>	0.96	1.40
72	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	1.79	1.78
73	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	10.33	0.00
74	<i>Sideroxylon americanum</i>	0.00	1.26
75	<i>Solanum donianum</i>	2.16	0.00
76	<i>Solanum tridynamum</i>	0.71	0.00
77	<i>Spartina spartinae</i>	0.94	0.00
78	<i>Suaeda linearis</i>	1.84	0.00
79	<i>Suriana maritima</i>	1.29	2.63
80	<i>Thrinax radiata</i>	2.32	0.00
81	<i>Tillandsia balbisiana</i>	1.63	0.00
82	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	0.67	1.85
83	<i>Tribulus cistoides</i>	4.03	1.16
84	<i>Tridax procumbens</i>	6.69	0.00
85	<i>Urochloa maxima</i>	1.68	0.00
86	<i>Viguiera dentata</i>	0.82	0.00

ESTRATO HERBÁCEO			
#	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	CUSTF VIR (%)
87	<i>Waltheria indica</i>	3.86	2.20
TOTAL		300	300

**Nota:** Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la cuenca o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato herbáceo de la cuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Cuenca B. Yucatán es más diversa ( $H' = 3.58$ ) que el área de CUSTF ( $H' = 2.9879$ ), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 6.2.** Riqueza y diversidad en el predio y cuenca del estrato herbáceo.

ESTRATO HERBÁCEO	CUENCA	CUSTF
RIQUEZA (S)	83	44
H' CALCULADA	3.58	2.9879
H' MAXIMA=Ln (S)	4.42	3.7842
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.81	0.7896
H MAX-H CAL	0.84	0.7963

**Nota:** Los valores en negrita indican la importancia de la riqueza específica, diversidad y la equidad en la cuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una mayor equidad de 0.81 que el área objeto de CUSTF de solo 0.7896, esto nos dice que además de una mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca la distribución de los individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto; por lo que se puede afirmar que la presencia de especies dominantes es reducida.

**Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato herbáceo de la cuenca es más diverso que en el área pretendida para el CUSTF.**

### Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo de la cuenca se registró un total de 20 especies y en el área de CUSTF únicamente 9. Lo anterior indica que en la cuenca hay una mayor riqueza específica con respecto al predio. No obstante a lo anterior en el estrato arbustivo del predio donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron 5 de las 20 especies registradas dentro de la cuenca.

Es importante mencionar que 10 especies de flora silvestre registradas para la cuenca no fueron registradas en el estrato arbustivo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

Lo anterior refuerza lo manifestado anteriormente en el sentido de que el estrato arbustivo de la Cuenca B Yucatán posee una mayor riqueza específica en comparación al estrato arbustivo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 6.3.** Especies registradas en el estrato ARBUSTIVO de la cuenca y del predio.

<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>			
<b>ESPECIE</b>		<b>CUENCA VIR (%)</b>	<b>PREDIO VIR (%)</b>
1	<i>Bonellia macrocarpa</i>	22.77	0.00
2	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	29.11	0.00
3	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	37.77	121.07
4	<i>Capparis flexuosa</i>	8.25	0.00
5	<i>Cascabela gaumeri</i>	22.42	0.00
6	<i>Chrysobalanus icaco</i>	35.53	0.00
7	<i>Coccoloba uvifera</i>	10.67	10.98
8	<i>Cordia sebestena</i>	20.74	0.00
9	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	10.67	0.00
10	<i>Croton punctatus</i>	0.00	50.33
11	<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.00	5.41
12	<i>Metopium brownei</i>	8.25	11.83
13	<i>Piscidia piscipula</i>	10.67	0.00
14	<i>Pithecellobium keyense</i>	45.46	47.01
15	<i>Quadrella incana</i>	0.00	7.93
16	<i>Scaevola plumieri</i>	9.26	0.00
17	<i>Sideroxylon americanum</i>	0.00	31.10
18	<i>Suriana maritima</i>	14.93	14.36
19	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	13.51	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>300</b>	<b>300</b>

**Nota:** Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la cuenca o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbustivo de la cuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Cuenca B. Yucatán es más diversa ( $H'=2.46$ ) que el área de CUSTF ( $H'=1.6591$ ), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 6.4.** Riqueza y diversidad en el predio y cuenca del estrato arbustivo.

<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>	<b>CUENCA</b>	<b>PREDIO</b>
RIQUEZA (S)	15	9
H' CALCULADA	2.46	1.6591
H' MAXIMA=Ln (S)	2.71	2.1972
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.91	0.7551
H MAX-H CAL	0.24	0.5381

**Nota:** Los valores en negrita indican la importancia de la riqueza específica, diversidad y la equidad en la cuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una mayor equidad de 0.91 que el área objeto de CUSTF de solo 0.7551, esto nos indica que además de una mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca, la distribución de los individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto; por lo que se puede afirmar que la presencia de especies dominantes es más reducida.

**Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbustivo de la cuenca es más diverso que en el área pretendida para el CUSTF.**

**Estrato arbóreo.** En el estrato arbóreo de la cuenca se registró un total de 11 especies y en el área de CUSTF no se registraron especies en el estrato arbóreo.

Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 6.5.** Especies registradas en el estrato ARBÓREO de la cuenca y del predio.

ESTRATO ARBÓREO			
ESPECIE		CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	18.4	0
2	<i>Cascabela gaumeri</i>	22.53	0
3	<i>Chrysobalanus icaco</i>	27.88	0
4	<i>Coccoloba uvifera</i>	19.33	0
5	<i>Cocos nucifera</i>	40.28	0
6	<i>Cordia sebestena</i>	18.4	0
7	<i>Metopium brownie</i>	39.59	0
8	<i>Neea psychotrioides</i>	13.05	0
9	<i>Pithecellobium keyense</i>	61.95	0
10	<i>Sabal yapa</i>	26.26	0
11	<i>Suriana maritima</i>	12.32	0

**Nota:** Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la cuenca o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbóreo de la cuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Cuenca B. Yucatán es más diversa ( $H'=2.21$ ) que el área de CUSTF ( $H'=0$ ), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 6.6.** Riqueza y diversidad en el predio y cuenca del estrato arbóreo.

ESTRATO ARBÓREO	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	<b>11</b>	0
H' CALCULADA	<b>2.21</b>	<b>0</b>
H' MAXIMA=Ln (S)	2.40	0
EQUIDAD (J)=H / H MAX	<b>0.92</b>	0
H MAX-H CAL	0.19	0

**Nota:** Los valores en negrita indican la importancia de la riqueza específica, diversidad y la equidad en la cuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

**Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbóreo de la cuenca es más diverso que el área pretendida para el CUSTF.**

**En base a lo anterior es importante concluir que el CUSTF en el área de estudio no compromete la diversidad de la flora silvestre dentro de la cuenca B Yucatán y a nivel del predio; pues en este último se establecerán áreas de conservación con vegetación nativa típica como el que será afectado.**

### Fauna silvestre

Los estimados de la diversidad de Shannon-Wiener de la fauna silvestre por grupos faunísticos en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF son los siguientes:

**REPTILES.** En el ecosistema duna costera de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de **H'=2.60**, resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de **H'=1.06**.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equidad de 0.974 y levemente mayor que el área objeto de CUSTF que registró un valor de 0.9713, esto nos indica que hay mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca y que la distribución de los individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto; por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes en la cuenca es más reducida.

Con base en el índice de diversidad obtenido en el cálculo para el grupo faunístico de los reptiles, se determina que el ecosistema de la cuenca es más diverso que el área a afectar por CUSTF.

**Tabla 6.7.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

REPTILES	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	16	3
H' CALCULADA	<b>2.60</b>	1.0671
H' MAXIMA=Ln (S)	2.77	1.0986
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.974	0.9713

**AVES.** En el ecosistema de duna costera de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de  $H'=3.81$ , resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de  $H'= 2.5077$ .

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equidad de 0.95, el cual es levemente mayor que el área objeto de CUSTF que registró un valor de 0.9260, esto nos dice que tanto en la cuenca como en el predio la distribución de individuos por especie es homogénea; por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es más reducida en la misma.

Con base en el índice de diversidad obtenido en el cálculo para el grupo faunístico de las aves, se determina que el ecosistema de la cuenca es más diverso que el área a afectar por CUSTF, tal como se puede observar a continuación:

**Tabla 6.8.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

AVES	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	56	15
H' CALCULADA	3.81	2.5077
H' MAXIMA=Ln (S)	4.03	2.7081
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.95	0.9260

*Por lo anterior y dado que el ecosistema en la cuenca presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, la conclusión es al realizar el CUSTF no se compromete la biodiversidad de la fauna silvestre.*

*Por todo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la biodiversidad en general con respecto al conjunto de predios y a su vez a la cuenca Yucatán.*

## **NO PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.**

De acuerdo a toda la información vertida en el **Capítulo IV** y **Capítulo VII** de este estudio se puede realizar las siguientes aseveraciones con la finalidad de demostrar la no erosión del suelo.

**VISTOS DE MANERA PUNTUAL EN EL ÁREA DE CUSTF SE PUEDE INDICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES FÍSICAS:**

- **Suelos.** Con base en los conocimientos sobre los suelos de la Península Yucateca, en general podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos en grandes accidentes geográficos y de formación reciente (Flores y Miranda 1994).
- El suelo del polígono bajo estudio, según la clasificación de la FAO/UNESCO e INEGI, se caracteriza por ser básicamente de tipo Regosol Calcárico (RC). En la planicie costera se forman regosoles, suelos inmaduros resultado de la acumulación de material calcáreo reciente (conchas y conchuela), sin consolidación, escasos nutrientes, donde se cultivan palmas y donde se puede fijar vegetación pionera de duna costera. En la zona se presentan depósitos compuestos por arenas calcáreas de grano fino y medio. Las arenas están constituidas

principalmente por fragmentos de conchas. La unidad presenta un color crema y abundantes conchas de organismos marinos recientes principalmente bivalvos y gasterópodos.

- **Relieve, pendiente, geomorfología.** De forma particular, el área del proyecto se encuentra sobre una Planicie costera de cordones litorales, playas arenosas y dunas, < 5 m de altura snm. Posee un relieve plano y ligeramente ondulado (0-0.2 grados de pendiente).
- **Cubierta vegetal.** La vegetación del área es secundaria derivada de duna costera y que se encuentra cubierta por especies que dominan el estrato herbáceo-arbustivas, principalmente; pero, con una vegetación de duna costera con vocación forestal.
- **Corrientes hidrológicas superficiales.** No existen cuerpos de agua superficial dentro del predio bajo estudio, ni en el área de CUSTF.

En condiciones naturales, el suelo de la duna costera presenta un cierto grado de erosión debido al oleaje que es uno de los factores más importantes en la determinación del perfil de playa y duna costera. De hecho de acuerdo a un estudio realizado por Ventura-Valdés (2014) que uso una serie de modelaciones mediante XBeach en el comportamiento del oleaje y su poder erosivo en dunas costeras (perdida de volumen de las dunas) del sureste Mexicano. Las variables utilizadas para el estudio fueron:

- Altura de ola, H
- Periodo de la ola, T
- Duración de las modelaciones, d
- Marea de tormenta, z

**Tabla 6.9.** Modelaciones realizadas.

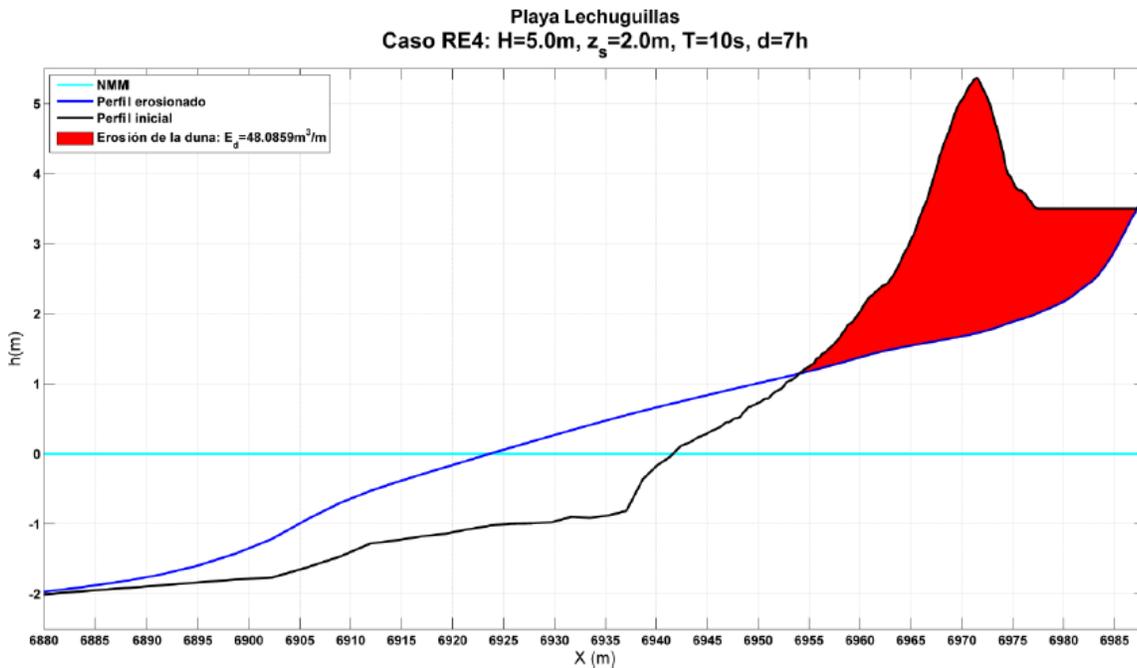
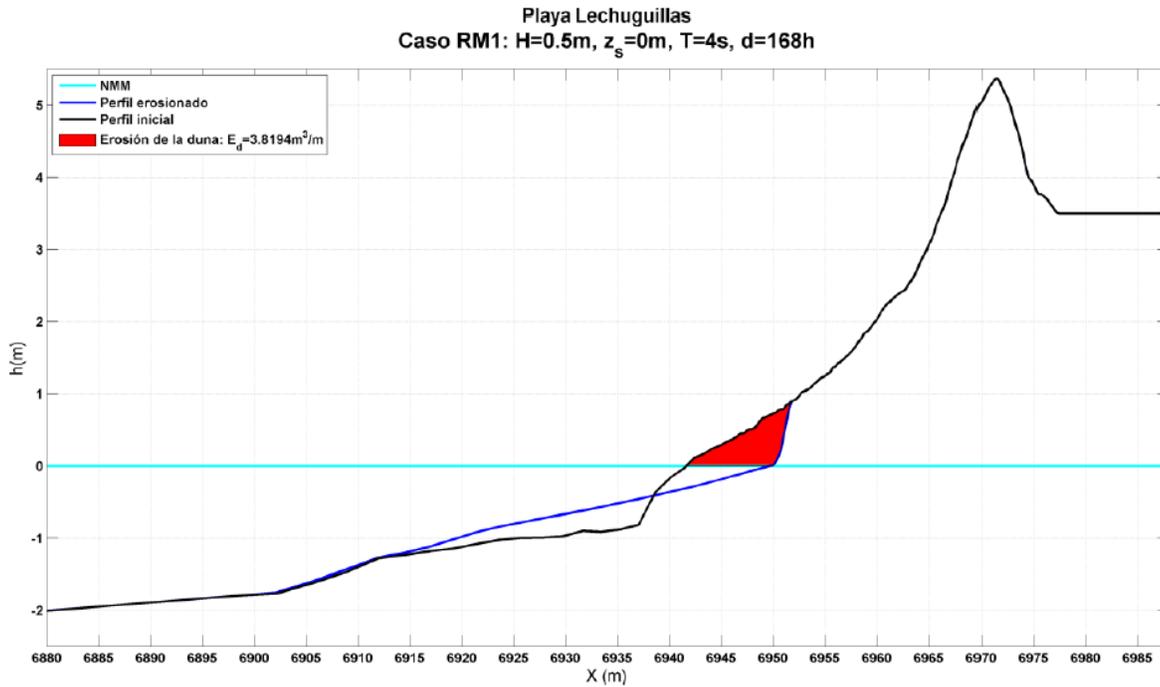
Régimen	Caso	Condiciones de oleaje			
		H [m]	T [s]	z <sub>s</sub> [m]	d [h]
Medio	RM1	0.5	4	0	168
	RM2	0.5	6	0	168
	RM3	1.0	4	0	168
	RM4	1.0	6	0	168
Extremal	RE1	2.0	6	0.5	20
	RE2	2.0	8	0.5	20
	RE3	5.0	8	1.0	12
	RE4	5.0	10	2.0	7
	RE5	10.0	10	2.0	3
	RE6	10.0	12	2.0	3
Insólito	RI1	13.0	12	2.0	3

**Simbología:** RM= Régimen medio, RE=Régimen extremal y RI= Régimen insólito

El régimen medio indica que la modelación se llevó a cabo con un oleaje sin tormenta; mientras que los regímenes extremal e insólito se llevaron a cabo mediante oleaje con tormenta.

Entre algunos de los resultados más importantes de estudio y que permiten dar una idea de lo que estaría ocurriendo en los cambios de perfil de las dunas como efector de un oleaje normal y de

tormenta (suceso que se presenta ante eventos extremos de tormentas y huracanes) son los que a continuación se presentan a manera de ejemplo:



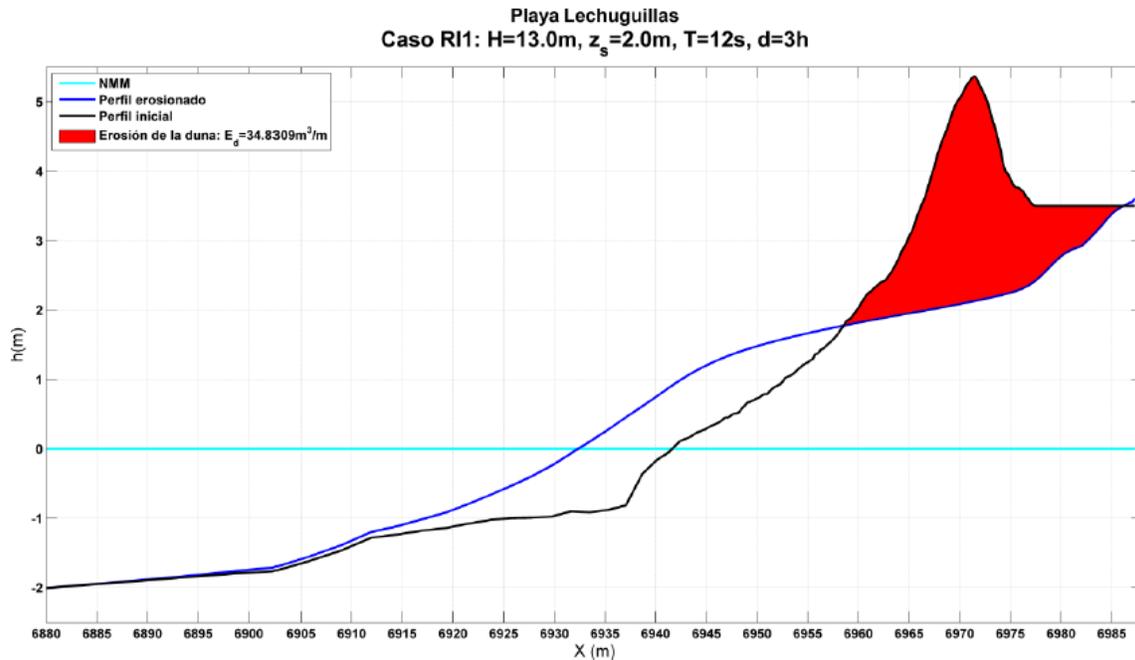


Figura 6.3. Erosión de la duna mediante una condición de régimen insólito.

El modelado numérico para la realización de este trabajo permitió obtener como resultados los perfiles de playa finales ocasionados por la morfodinámica ante diversos estados de mar, divididos en régimen medio (sin tormenta) y régimen extremal (con tormenta). Con lo cual se puede obtener la posición del pie de la duna para eventos de baja energía y analizar la erosión de la duna en caso de eventos extremos.

Asimismo en términos generales se puede indicar, como tendencia general el oleaje tiene una función importante en la determinación del perfil de playas y que al incrementarse las condiciones de oleaje que se puede dar en eventos extremos como las tormentas tropicales y huracanes se presenta un mayor grado de erosión de la duna, tal como fue presentado en la figuras anteriores.

No obstante a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto se encuentra un tanto alejado a la línea de playa, de hecho el proyecto acata y respeta los 20 m de franja de ZOFEMAT y la franja de protección de la primera duna costera. Lo anterior con la finalidad de darle la continuidad a la duna estabilizada presente en la misma. Asimismo, indicar que el presente proyecto no contribuirá en agravar la erosión natural actualmente presente en el área de estudio (Régimen medio de erosión).

Por otro lado, para tener una idea del grado de erosión actualmente presente en el área de estudio, área de CUSTF y área de conservación; así como, los escenarios esperados de erosión de suelo en el área de estudio se calcularon y estimaron la pérdida de suelo usando la **ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELO (EUPS) SIMPLIFICADO**, cuyos resultados más importantes son los que se exponen:

**ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN DEL SUELO.** El estado de degradación en que se encuentran los suelos de uso agropecuario y forestal, se estima por medio de las pérdidas de suelo que ocurren en los terrenos. De este modo es posible determinar si el uso que se está dando a los suelos es el correcto. Cuando la tasa de erosión es mayor que la tasa de formación del suelo, es señal de que el manejo está originando su degradación y se hace necesario realizar prácticas y obras de conservación del suelo y de esa forma contribuir al desarrollo sostenible de los recursos naturales.

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial de los suelos. Esta ecuación constituye un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión.

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación.

Para estimar la **EROSIÓN DEL SUELO** se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C P \quad (9.1)$$

**Dónde:**

- E = Erosión del suelo t/ha año.
- R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr
- K = Erosionabilidad del suelo.
- LS = Longitud y Grado de pendiente.
- C = Factor de vegetación
- P = Factor de prácticas mecánicas.

Para explicar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que han permitido a nivel nacional, hacer un uso adecuado de este modelo predictivo.

La **EROSIÓN POTENCIAL** se estima con la siguiente ecuación:

$$E_p = R K L S \quad (9.2)$$

Los factores se consideran como inmodificables.

La **EROSIÓN ACTUAL** se estima utilizando la ecuación (9.1), que considera los factores inmodificables R K LS. Los factores de protección como son la vegetación, las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables; sin embargo la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en este apartado se presentará una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país (Martínez-Ménez, 2005<sup>2</sup>).

<sup>2</sup> Martínez-Ménez M. (2005). Estimación de la Erosión del Suelo. En: Curso-Taller: Desarrollo de capacidades orientadas al aprovechamiento del suelo, agua y vegetación. SAGARPA-INCA Rural-COLPOS. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>.

**Erosividad R.-** La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación siguiente:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

**Dónde:**

m= Masa de lluvia

v= Velocidad de caída de las gotas de lluvia

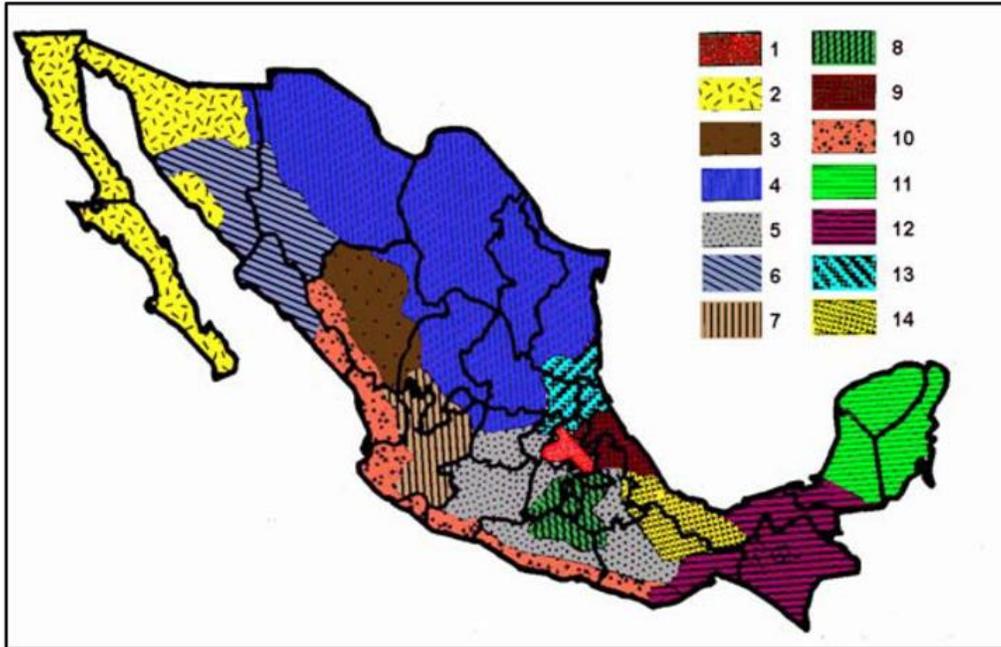
Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería  $\sum EI_{30}$  o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento, se estima por evento como  $E_c = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$  donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de  $E_c$  y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de  $EI_{30}$  en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa, 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS (**Tabla 6.13**). Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país mostradas en la **Figura 6.13**.

**Tabla 6.13.-** Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia “R” en la República Mexicana.

Región	Ecuación	R <sup>2</sup>
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95



Fuente: [www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos\\_excell/01estim-erosion.xls](http://www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excell/01estim-erosion.xls)  
**Figura 6.4.-** Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana.

Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación anual y con un modelo lineal muy simple estimarlo. Para estimar el valor de erosividad para la región (Región XI. Península de Yucatán) en donde se encuentra el área de estudio se puede aplicar la siguiente ecuación:

$$R = 3.7745p + 0.004540p^2$$

**Dónde:**

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr  
p = Precipitación media anual de la región.

De acuerdo a los datos climáticos de la precipitación y temperatura obtenidos en la Estación Meteorológica de Telchac Puerto, que es la más cercana al área de estudio (<http://www.bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/archivos/200605025953.pdf>), indica lo siguiente:

La precipitación pluvial anual media para la zona del proyecto es de aproximadamente 456.0 mm. El mes con mayor precipitación pluvial ha sido Septiembre con una precipitación media mensual de 86.3 mm, seguida por Junio con 73.6 mm. Mientras que el mes con menos precipitación ha sido Marzo con 8.8 mm, como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 6.14.** Precipitación máxima, media y mínima histórica en el área de estudio.

PREC	MESES												PROM ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC	
MED	28.4	32.9	12.4	14.8	36.9	93.6	59.9	60.8	124.9	76.6	27.0	27.6	595.8

Con base a la ecuación lineal y el volumen de precipitación anual antes presentados se obtiene el valor de R que sería:

$$R = 3.7745 (456.0) + 0.004540 (456.0)^2$$

$$R = 2,665.20 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

**Erosionabilidad (K).**- La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del **Tabla 6.9**, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K).

**Tabla 6.15.-** Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

Dado que el suelo del área de estudio es el Regosol Calcárico con una textura arenosa y un porcentaje de materia orgánica de 1.3%, permite indicar que el valor de Erosionabilidad (K) para la zona es de **0.003**, tal como se señaló en la tabla anterior.

**Longitud y Grado de pendiente (LS).**-Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto

más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo, tal como se puede observar a continuación:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} \times 100$$

**Dónde:**

S = Pendiente media del terreno (%).

H<sub>f</sub> = Altura más alta del terreno (m).

H<sub>i</sub> = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

En el área de estudio se tienen los siguientes valores de los parámetros de la altura más alta del terreno, altura más baja del terreno y la longitud:

H <sub>f</sub> (m)	H <sub>i</sub> (m)	LONGITUD (m)
2	1	153

Como puede observarse el nivel de la parte alta es de 2 m y la elevación en la parte baja es de 1 m; por lo que, la diferencia en elevaciones es de 1 m. Por otro lado, la longitud del terreno es de 153 m. Con todo lo anterior y aplicando la formula, entonces la pendiente media del terreno es de:

$$S = 2 - 1 / 153$$

$$S = 0.004. \text{ Esto es; } S = 0.4\%$$

Para calcular el LS (el factor de grado y longitud de la pendiente) se puede utilizar la siguiente formula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

**Dónde:**

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Considerando los valores de longitud de la pendiente de 270 m, la pendiente media del terreno de 0.4 % y m de 0.5, el valor de LS resulta como sigue:

$$LS = (270)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.4) + 0.00138 (0.4)^2)$$

$$LS = 0.29$$

- **Estimación de la Erosión Actual (Sin proyecto y con cubierta forestal).**

Considerando que R es igual a 2665.20, que K es igual a 0.003, que LS es igual a 0.29, que C es igual a 0.0010 (este último es por la condición actual del terreno, forestal) como fueron determinados previamente. Por lo que, para estimar la erosión anual actual (Erosión natural, sin CUSTF y sin proyecto) es necesaria determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que ponen las prácticas mecánicas (que en nuestro caso no existe, ya que no requiere de cierto modo al no tener pendientes muy inclinadas en la región y no existen corrientes de agua superficial) para reducir la erosión, de tal forma que si usamos la ecuación (9.1) podemos obtener la erosión actual que sería de:

$$E = (2,665.20) (0.003) (0.29) (0.001)$$
$$E = 0.0023 \text{ t/ha año}$$

Con base a lo anterior, se puede indicar que la pérdida de suelo en condiciones de campo natural a lo largo de un año, es de 0.0023 t/ha año. Es decir, anualmente de manera natural se pierde una lámina de suelo de 0.0002 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Esta condición natural es clara y coherente, debido a que en el caso del predio bajo estudio, la vegetación actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo; siendo esta una de las principales funciones de la vegetación en general, que son generadoras de suelo, principalmente las selvas medianas y altas.

- **Estimación de la Erosión Potencial (Con Proyecto y sin medidas antierosivas).**

Considerando que R es igual a 2,665.20, que K es igual a 0.003 y que LS es igual a 0.29 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (9.2), de la siguiente manera:

$$E = (2,665.20) (0.003) (0.29)$$
$$E = 2.3492 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se perdería 2.3492 t/ha por año de suelo, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 0.23 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

- **Estimación de la Erosión Esperada (con proyecto y medidas antierosivas).**

En caso de llevar a cabo el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y establecer un uso diferente al forestal, es importante plantear la aplicación de medidas antierosivas o medidas para la protección y conservación del suelo y el agua en el área del proyecto. Lo anterior con la

finalidad de contribuir a la protección del suelo y la captura del agua en la región y con miras en la sustentabilidad de los proyectos.

Por lo anterior el proyecto plantea medidas antierosivas consistentes en el establecimiento de un Factor de protección de la vegetación (C) y Factor de prácticas mecánicas (P), tal como siguen:

**Factor de protección de la vegetación (C).**- El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote o parcela con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0. Por ejemplo, cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta. Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 6.16.-** Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuate	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno existirá después del establecimiento del proyecto, y dado que en las áreas propuestas como áreas de conservación y áreas verdes, principalmente existen parches con terrenos desnudos y en donde se podrá llevar a cabo actividades de labranza de conservación (dispersión de residuos vegetales previamente picados y triturados en todo el terreno totalmente expuesto a agentes erosivos) y reforestación con especies nativas (especies rescatadas previamente en el área de CUSTF como parte del programa de Rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal a afectar por el CUSTF). Este último, en principio funcionará como una vegetación secundaria (producto de sucesión) derivada de la vegetación de duna costera actualmente presente; pero con una productividad baja; por lo que el valor de C para esta etapa será de 0.01 (sabana en buenas condiciones). Las medidas de mitigación anteriormente presentadas (labranza de conservación y reforestación) promoverán mecanismos de protección formación del suelo y conservación del agua.

Con base a lo anterior se puede esperar un valor de 0.01 para el factor C en el área de estudio y que sustituyéndolo en la formula quedaría de esta manera:

$$E = (2,665.20) (0.003) (0.29) (0.01)$$

$$E = 0.0235 \text{ t/ha año}$$

Como se puede notar el aplicar las medidas de mitigación (labranza de conservación y reforestación con especies nativas) únicamente se daría una pérdida de suelo de 0.0235 t/ha año.

**Factor de prácticas mecánicas (P).**- Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para alcanzar pérdidas de suelo que estén por debajo de los niveles máximas permisibles en el país.

El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión. Los valores de P que se utilizan para diferentes prácticas y obras como el surcado al contorno, surcos con desnivel, surcos perpendiculares a la pendiente, fajas al contorno, terrazas de formación sucesiva construidas en terrenos de diferentes pendientes y las terrazas de banco, tal como se puede observar a continuación:

**Tabla 6.17.-** Factor de P utilizado para diferentes prácticas y obras de conservación del suelo y agua.

Práctica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75-0.90
Surcos rectos	0.80-0.95
Franjas al contorno*	0.60-0.80
Terrazas (2-7 % de pendiente)	0.50
Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.60
Terrazas (mayor de 13 %)	0.80
Terrazas de Banco	0.10
Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05

Es importante notar que la eficiencia que se logra con el uso de las prácticas mecánicas es menor que la que se alcanza con el uso de la vegetación y el manejo del cultivo; sin embargo, cuando se combinan el uso de la vegetación y la práctica mecánica existe un efecto combinado.

Con base a lo anterior, se puede indicar que el proyecto tendrá un valor de **P= 1**, lo que significa que no se realizaran obras de conservación de este tipo. La razón de esto, es que en el área de estudio no se tiene pendientes muy pronunciadas, ni corrientes de agua superficial.

Sustituyendo el valor de P propuesto (valor de 1) en la ecuación 3.1 permite tener el siguiente valor de erosión:

$$E = (2,665.20) (0.003) (0.29) (0.01) (1.00)$$

$$E = 0.0235 \text{ t/ha año}$$

Como se puede observar se tendría una pérdida de suelo del orden de 0.0235 t/ha año; es decir, el aplicar medidas antierosivas como la labranza de conservación y la reforestación con plantas nativas permiten mitigar y evitar la pérdida de un volumen de suelo de 2.3257 t/ha.año (erosión potencial-erosión esperada con medida de conservación). No obstante a lo anterior, dado que en el país se

tiene un valor máximo permisible de pérdida de suelo de 10 t/ha.año, el proyecto cumple con dicho criterio y de la viabilidad del proyecto en este sentido.

Como se puede observar, en caso **de llevarse a cabo el CUSTF; pero con la aplicación de medidas de antierosivas para la protección y conservación del suelo y el agua se tendría un valor promedio en la pérdida de suelo anual de 0.0235 t/ha\*año** en el área del proyecto.

Lo anterior significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 0.002 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. No obstante a lo anterior y como se ha comentado anteriormente la erosión a producir en el área de estudio por motivo del CUSTF para la construcción del proyecto no sería superior a la erosión máxima permisible en México que es de 10 ton/ha año.

A manera de resumen se tienen los siguientes escenarios en cuanto a la erosión del suelo en el área de estudio:

**Tabla 6.18.** Escenarios de la tasa de erosión en el área de estudio.

CONDICIÓN	PROMEDIO DE LA PÉRDIDA DE SUELO ANUAL)
SITUACIÓN ACTUAL (SIN PROYECTO)	0.0026
SITUACIÓN CON PROYECTO Y SIN PRACTICAS ANTIEROSIVAS)	2.5673
SITUACIÓN CON PROYECTO Y PRACTICAS ANTIEROSIVAS	0.0257

Como se puede observar la pérdida de suelo que se tendrá con proyecto y medidas antierosivas (0.0257 t/ha año) representa únicamente el 1% del potencialmente probable con proyecto y sin medidas antierosivas.

No obstante, el proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el mantenimiento de áreas de conservación (0.374412 ha) y la recuperación del suelo en una superficie de 0.234287 ha (suelo removido en el área de cimentaciones de las diferentes áreas a ocupar por las obras a construir) y la utilización de los mismos en el área de reforestación.

Este material edafológico será utilizado para las labores de reforestación que se realizaran en las áreas planteadas por el proyecto (Ver **Anexo 6** de este estudio el Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar del área de CUSTF).

Las tres medidas adicionales prevendrán la pérdida de 1.3143 ton/año de suelo (Regosol calcárico) en el predio bajo estudio, tal como se puede observar a continuación:

**Tabla 6.19.** Prevención de la pérdida potencial anual del suelo en el conjunto de predios bajo estudio.

Medidas de mitigación adicionales	Prevención de la pérdida potencial anual del suelo				
	t/ha*año	t/0.2727 ha*año	t/0.0526 ha*año	t/0.0849 ha*año	t/0.4214 ha*año
Mantenimiento de áreas de conservación	2.5673	0.96			
Mantenimiento de áreas verdes	2.5673		0.14		
Arrope y manejo de suelo en áreas que lo ameriten (mitigación)	2.5673			0.22	<b>1.3143</b>

Es importante recalcar que dentro del predio bajo estudio (en donde se encuentra inmerso el CUSTF para el proyecto) se tiene contemplado la permanencia de áreas de conservación y áreas verdes. Estas áreas albergaran especies de plantas nativas y suelo natural típico de la región que seguirán prestando servicios ambientales como la protección de los suelos y la continuidad de procesos para la formación de los mismos.

**Con base a los datos anteriormente vertidos se puede concluir que el recurso suelo tendrá un grado de afectación mínimo; pero en ningún momento se compromete la integridad y cantidad (superficie o extensión) del suelo Regosol presente en el predio y la cuenca Yucatán.**

## **NO DETERIORARÁ LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.**

### **NO DETERIORARÁ LA CALIDAD DEL AGUA.**

El principal problema sobre el recurso hídrico que se presenta en el estado es el incremento de la contaminación del acuífero. La contaminación tiene dos orígenes: antropogénico, debido a la falta de alcantarillado, fosas sépticas mal construidas o mal diseñadas y fecalismo al aire libre; y natural, debido a la intrusión salina en la franja costera del estado y la presencia de yesos en el subsuelo en algunas áreas del sur. En la mayor parte del estado, el efluente doméstico, comercial o aguas de desecho se descargan al subsuelo por medio de tanques sépticos y pozos someros abandonados, debido a la falta de un sistema de drenaje sanitario (Graniel-Castro, 2010<sup>3</sup>).

La calidad del agua en el área de estudio de acuerdo a un reciente reporte de Pacheco-Ávila *et al.*, (2004<sup>4</sup>) indica lo siguiente:

**Tabla 6.20.** Valores de los parámetros químicos para el municipio de Progreso (municipio cercano al área del proyecto)

Parámetro	Calidad
Coliformes fecales (NMP/100ml)	101-1000 (Peligrosa)
Concentraciones de Nitrato (mg/l)	2.57-25.00
Concentraciones de Cloruro (mg/l)	201-250
Concentraciones de Sodio (mg/l)	32-150
Concentraciones de Dureza Total (mg/l)	401-500
Concentraciones de Cadmio (mg/l)	0-021.062
Nivel de Contaminación	Bajo
Aguas Predominantes	Ca- HCO <sub>3</sub> /Na-O

Como se puede observar el municipio de Sinanché (que es donde se encuentra inmerso el proyecto) presentan una calidad de agua con nivel de contaminación catalogada como Bajo.

<sup>3</sup> Graniel-Castro E. (2010). Hidrología. En: Durán García, Rafael y Martha Méndez González (ed.). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán. 496 pp.

<sup>4</sup> Pacheco-Ávila J., Cabrera-Sansores A. y R. Pérez-Ceballos (2004). Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. *Ingeniería*. 8(2):165-179

Tomando en cuenta, durante el CUSTF y del desarrollo del proyecto, se podría presentar el fecalismo al aire libre, situación por la que se tomaron las medidas necesarias para reducir el grado de afectación. Por lo tanto, para evitar la contaminación del suelo, el agua subterránea y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales de origen sanitario provenientes de los frentes de trabajo se contratará una empresa arrendadora de sanitarios portátiles certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 sanitario móvil por cada 15 trabajadores en los frentes de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizará la disposición final de las aguas residuales y por último, se exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento anteriormente mencionado. Estos sanitarios móviles serán de uso obligatorio para todos los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto.

Así mismo se implementara la aplicación de procedimientos de manejo y disposición de residuos sólidos urbanos, procedimientos de manejo y disposición para residuos peligrosos, procedimiento de supervisión y vigilancia ambiental que en conjunto prevendrán de algún modo la contaminación del suelo y el agua de la zona.

Adicionalmente a la medida anteriormente mencionada, el proyecto contempla una superficie de **3,744.12 m<sup>2</sup>** (0.374412 ha) como áreas de conservación. La permanencia de estas áreas permitirá la continuidad en la prestación de servicios ambientales típicos de las selvas como 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 a la biodiversidad de la región.

***Por todo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la calidad del agua con respecto al predio y a su vez a la Cuenca B. Yucatán.***

### **EN CUANTO A LA CANTIDAD**

El proyecto no disminuirá la captación del agua de lluvia; ya que como se ha mencionado en otros capítulos de este estudio (**Capítulo 4** de este estudio técnico), la superficie del CUSTF es de 2,342.87 m<sup>2</sup> queda inmersa dentro de un área total del predio de 6,086.99 m<sup>2</sup>, por lo que representa únicamente el 38.49 % respecto al área total del predio.

Las estimaciones realizadas en el Capítulo 4 acerca de los balances hidrológicos de la Cuenca Yucatán y del área de CUSTF permiten visualizar que la afectación de la captación en la cantidad de agua será mínima e imperceptible como a continuación se puede observar:

**Tabla 6.21.** Representatividad de la afectación del CUSTF (Infiltración) respecto a la infiltración potencial percibida en el Estado de Yucatán, Cuenca y Predio bajo estudio.

	<b>SUPERFICIE (m<sup>2</sup>)</b>	<b>INFILTRACIÓN (m<sup>3</sup>)</b>	<b>REPRESENTATIVIDAD (%)</b>
<b>VALORES ESTIMADOS</b>			
Estado de Yucatán	141,523,000,000	25,315,700,000.00	
Área de la Cuenca B Yucatán	42,279,145,900.00	7,562,913,264.00	100.00
<b>VALORES CALCULADOS</b>			
Área total del proyecto	6,086.99	1,610.81	0.000021
Área cambio uso del suelo (sin proyecto)	2,342.87	813.72	0.000011

Área de cambio de uso de suelo (con proyecto)	2,342.87	178.93	0.000002
---	----------	--------	----------

Lo anterior representa el comparativo de la pérdida de captación de agua ( $813.72 - 178.93 = 634.79 \text{ m}^3$ ) por motivo del CUSTF por el proyecto de la Construcción de “Residence San Crisanto” y que representa el 11.1% respecto a la infiltración potencial percibida en el área total del predio. La pérdida anterior en captación y filtración del agua representa únicamente el 0.000003% y 0.000008% de lo que se sigue captando en el Estado de Yucatán y Cuenca B Yucatán, respectivamente.

A pesar de la pérdida en la captación de agua por motivo del CUSTF, si se considera como medida de mitigación el mantener un área de conservación con vegetación y suelo natural se tiene que el proyecto prevendrá la pérdida en la captación de agua por filtración de  $4,137.76 \text{ m}^3/\text{año}$ , tal como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 6.22.** Mitigación en la pérdida de filtración de agua en el área del proyecto.

CONDICION	PERDIDA DE INFILTRACION DE AGUA (m3/Año) en 0.278416 ha	REPRESENTATIVIDAD (%)
<b>TOTAL DE INFILTRACION A MITIGAR</b>	697.94	100.00
<b>MEDIDA DE MITIGACION</b>		
<b>INFILTRACION MITIGADA CON LA PRESENCIA DE AREAS DE CONSERVACIÓN</b>	1,527.55	218.86
<b>TOTAL DE MITIGADO</b>	1,527.55	218.86

***De esta manera, se puede indicar que no se afectará significativamente la captación de agua en la Cuenca hidrológica forestal B Yucatán y en el predio por efecto del proyecto. Pero mediante la aplicación de las medidas de mitigación ayudaran a percibir y captar mayor cantidad de agua de la que se percibía en la región.***

***Por todo lo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la provisión de agua en cuanto a la cantidad de infiltración con respecto a la Cuenca B Yucatán y al predio.***

## VI.2 Justificación Económica que Motive la Autorización Excepcional del Cambio de Uso del Suelo

### VALOR ECONÓMICO DEL USO DE SUELO ACTUAL (COMO ECOSISTEMA).

Los costos ambientales serán mínimos para este sitio; un factor importante es que la zona del proyecto no presenta flora abundante que pudiera ser afectada por los trabajos a realizar, en general solo se aprecia con mayor abundancia la vegetación tipo herbácea-arbustiva en sucesión con algunos elementos arbóreos de mayor porte que convierten al terreno con una vocación forestal.

De acuerdo a la estimación económica de los recursos biológicos-forestales que se derivarán por el CUSTF representan los siguientes:

**Tabla 6.23.** Resumen de los productos a obtener y sus valores estimados de los recursos biológicos-forestales del área para CUSTF.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO (\$)
Plantas utilizadas para fines de ornato y reforestación de ecosistemas costeros	96,689.51
Fauna silvestre y otros organismos biológicos	26,470.00
<b>SUMA</b>	<b>123,159.51</b>

No se encontraron plantas herbáceas o arbustivas que pudiesen ser comercializadas, ni hongos u otros organismos con valor como alimento, por lo cual el valor de los recursos bióticos-forestales del área pretendida para el CUSTF (de 0.234287 ha) asciende a la cantidad de **\$123,159.51** pesos.

***Este proyecto tendrá implicaciones y perspectivas positivas sobre todo a futuro; ya que generará fuentes de empleo y contribuirá en la oferta y demanda de la vivienda en el futuro inmediato y por ende, contribuirá para alcanzar una mayor calidad de vida a nivel regional.***

### VALOR ECONÓMICO DEL ÁREA DE CUSTF EN EL FUTURO CON EL PROYECTO

La inversión para la realización de las obras correspondientes la construcción del desarrollo inmobiliario (dos torres de departamentos, caminos de acceso, andadores, piscina, palapa, áreas verdes y estacionamientos) se estima en \$ 3,910,000.00 M.N, y de \$ 90,000.00 para el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación asociadas con el proyecto en manifiesto, para hacer un total de \$4,000,000.00 M.N. Por otro lado, tomando en cuenta que el monto económico de los recursos biológicos forestales fue **de \$123,159.51** pesos y representa únicamente 3.08 % de los invertido.

El proyecto como tal considera la creación tanto de empleos temporales durante la fase de construcción así como la demanda de servicios diversos para la operación, destacando mantenimiento de fachadas interiores, exteriores, estacionamientos, limpieza de biodigestores, instalaciones eléctricas e hidráulicas, áreas verdes, aseo del interior de cada departamento, suministro de alimentos, servicios vigilancia y seguridad privada, entre otros principalmente; lo que conllevará a una activación económica de la comunidad de san Crisanto, la cual sería la primera opción inmediata para la satisfacción de los antes mencionados.

***Es entonces que se considera que la creación del presente desarrollo inmobiliario beneficiará a la población y considerando la utilidad bruta por el costo de la vegetación forestal a afectar por el cambio de uso de suelo por motivo del establecimiento del presente proyecto, se considera viable y justificable.***

***Este proyecto tendrá implicaciones y perspectivas positivas sobre todo a futuro; ya que generará fuentes de empleo y contribuirá para alcanzar una mayor calidad de vida a nivel regional.***

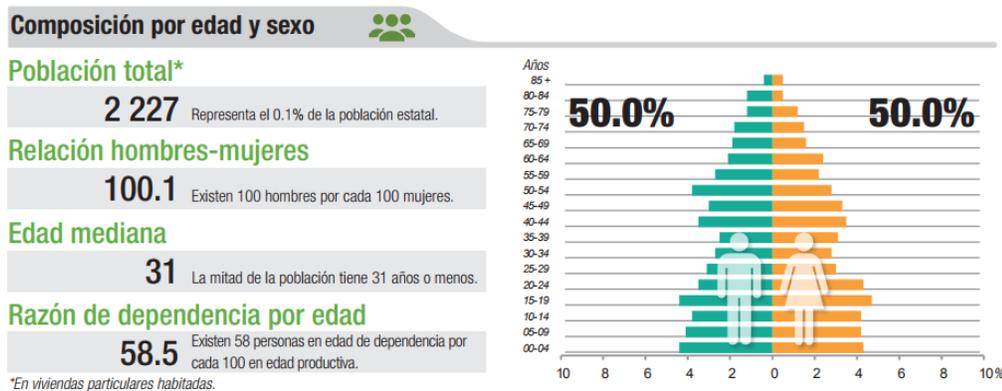
### VI.3 Justificación Social que Motive la Autorización Excepcional del Cambio de Uso del Suelo

Tal como se mencionó en capítulos anteriores, el proyecto se encuentra dentro del municipio de Yobaín. Sin embargo, el testimonio de compraventa hace referencia al municipio de Sinanché.

Debido a que la regionalización de UGAS del POETCY así como la división territorial de estado de Yucatán, se identifica que el sitio de pretendida ubicación del proyecto se ubica dentro del municipio de Yobaín.

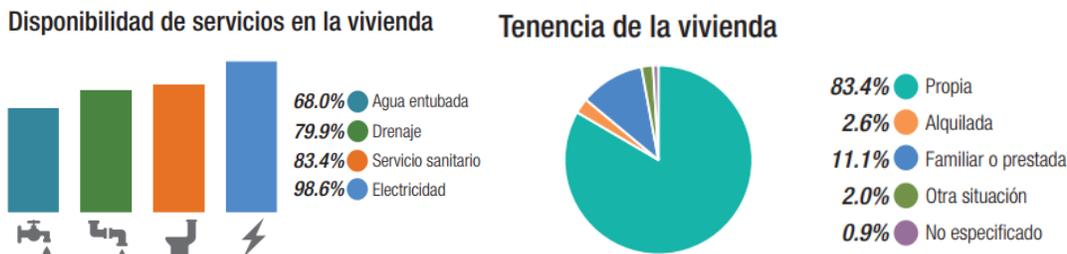
Para efectuar esta sección fue necesario revisar la encuesta intercensal realizada por el INEGI en el año 2015, la cual presenta resultados a nivel municipio por entidades federativas, por lo que se presentan a continuación los siguientes datos:

En el municipio de Tinum habitan un total de 2,227 personas, de las cuales tienen una edad media de 31 años, con una relación de 100.1 hombres por cada 100 mujeres, representando prácticamente una proporción del 50 y 50 % de hombres – mujeres.



Respecto a la tenencia de la vivienda, se tiene que existe en todo el municipio un total de 647 viviendas, de las cuales existe un promedio de ocupación de 3.4 personas por cada una y 1.4 personas por cuarto de estas. Del total mencionado el 68 % recibe agua entubada por parte del municipio de yobaín, el 79.9 % cuenta con fosa séptica, el 83.4 % cuenta con inodoros o muebles de baño y el 98.6 % cuenta con servicios de electricidad.

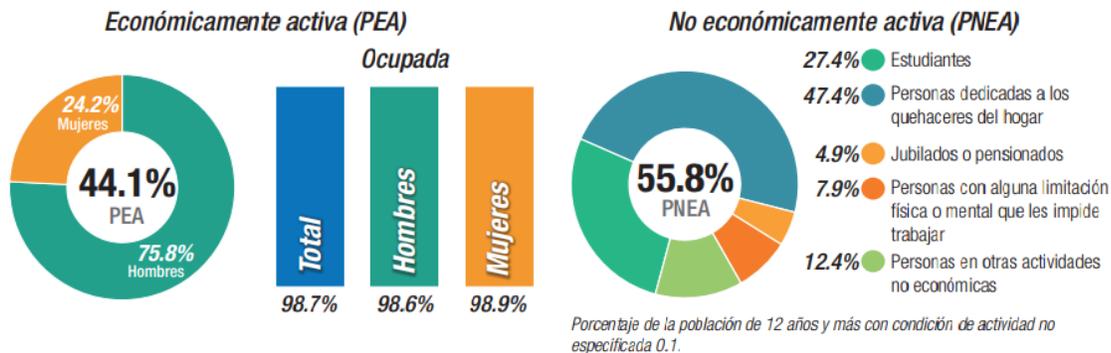
La tenencia de la vivienda se encuentra distribuida de tal manera que el 83.4 % es propiedad de sus habitantes, el 2.6 % alquilada, el 11.1 % prestada por un familiar, entre otros datos principalmente.



**Figura 6.6.** Distribución de la estructura de la vivienda dentro del municipio de Yobaín.

Respecto a la economía municipal se tiene que el 44.1 % del total de habitantes del municipio pertenece a la categoría de económicamente activa (PEA) considerada toda aquella persona de 12 años en adelante. De esta cantidad el 24.2 % la conforman mujeres y el 75.8 % hombres.

Así mismo, se manifiesta que el 55.8 de los habitantes pertenecen a la fracción de la económicamente no activa, compuesta en un 27.4 % por estudiantes, 47.4 % por personas dedicadas a los quehaceres del hogar, 4.9 % a la fracción de jubilados-pensionados, 7.9 % a personas con algún tipo de limitación mental y el 12.4 % a personas en otras actividades de económicas.



**Figura 6.7.** Distribución de la estructura económica del municipio de Yobaín.

### Oferta de Empleo.

Para poder caracterizar la oferta de empleo del proyecto fue necesario revisar las cédulas de información municipal de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), las cuales fueron generadas con información del segundo conteo de población y vivienda efectuado por el INEGI en el año de 2010. Estas nos indican, que la distribución de actividades económicas en el municipio de Yobaín estuvieron conformadas de la siguiente manera:

Primario	11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	321	
	21 Minería		
Secundario	22 Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1	
	23 Construcción	51	
	31 Industrias manufactureras	80	
	43 Comercio al por mayor	6	
	46 Comercio al por menor	66	
	48 Transportes, correos y almacenamientos	18	
	51 Información en medios masivos	3	
	52 Servicios financieros y de seguros	1	
	53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	2	
	54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	4	
Terciario	55 Dirección de corporativos y empresas		
	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	8	
	61 Servicios educativos	49	
	62 Servicios de salud y de asistencia	16	
	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	4	
	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	27	
	81 Otros servicios excepto actividades de gobierno	31	
	93 Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y territoriales	57	
	No especificado	99 No especificado	5

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Microdatos de la muestra.

**Figura 6.8.** Distribución de la población ocupada según sector de actividad en el municipio de Yobaín.

**Bienestar y satisfacción de los servicios que proporciona el proyecto a la sociedad.**

En virtud de los datos proporcionados por la figura 6.8 se manifiesta que el proyecto tentativamente emplearía tanto a personas como empresas presentes dentro del municipio de Yobaín, generando una derrama económica anual de \$2,498,000.00 moneda nacional.

Para efectos descriptivos, se presenta la tabla 6.24 la cual hace referencia al servicio requerido, sector y personas involucradas de acuerdo a la figura 6.8, la cantidad real de personas requeridas, la periodicidad del servicio requerido, el monto estimado por evento y la estimación anual por cada uno de estos.

Es de mencionar que el servicio relacionado con alimentos y bebidas se empleó un cheque promedio de 300 pesos por residente/turista según pudiera ser el caso, y se consideró un escenario donde 16 personas consuman 300 pesos por día durante un año.

El proyecto como tal tiene un valor de construcción de 3,910,000.00 pesos moneda nacional y al año la comunidad recibiría un monto de \$2,498,000.00 por concepto de comercialización de servicios, lo que representa un proporción del 63.89 % del valor total del mencionado.

**Tabla 6.24.** Estimación de demanda de mano de obra y servicios requeridos para la construcción y operación del proyecto.

Servicio requerido	Sector involucrado	Personas involucradas por sector	Cantidad real de personas Requeridas	Periodicidad del servicio requerido	Montos estimados por evento	Montos estimados anual
Mantenimiento de instalaciones eléctricas	23 construcción	80	8	trimestral	\$25,000.00	\$ 75,000.00
Mantenimiento de instalaciones hidráulicas	23 construcción	80	10	trimestral	\$30,000.00	\$ 90,000.00
Mantenimiento de biodigestores	56 servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	8	4	trimestral	\$12,000.00	\$ 36,000.00
Servicios de limpieza de departamentos	56 servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	8	8	semanal	\$ 250.00	\$208,000.00
Mantenimiento de fachadas exteriores	23 construcción	80	6	semestral	\$40,000.00	\$ 80,000.00
Mantenimiento de fachadas interiores	23 construcción	80	6	semestral	\$40,000.00	\$ 80,000.00

Mantenimiento de áreas verdes	23 construcción	80	4	mensual	\$ 8,000.00	\$ 96,000.00
Mantenimiento de estacionamientos	23 construcción	80	3	trimestral	\$18,000.00	\$ 54,000.00
Mantenimiento de luminarias	23 construcción	80	3	trimestral	\$ 4,000.00	\$ 12,000.00
Mantenimiento de red de voz y datos	23 construcción	80	2	trimestral	\$5,000.00	\$ 15,000.00
Demanda de servicios de alimentos y bebidas	72 servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	27	16	diario	\$ 300.00	\$1,752,000.00
Total de ingresos al año por la operación del proyecto en manifiesto						\$2,498,000.00

**Importancia general del proyecto.**

***Con todo lo anterior, se puede indicar que la operación del proyecto representaría un aumento en la calidad de vida de las personas que residen dentro del municipio de Yobaín por la distribución de la renta asociada a la comercialización de servicios de estos, por lo que se manifiesta que este proyecto sería social y económicamente viable.***



---

# CAPITULO VII

---

## *MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.*



Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



**GCA CONSULTORES**  
proveedora de soluciones



## CONTENIDO

---

<b>VII</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.....</b>	<b>1</b>
<b>VII.1</b>	<b>Descripción de las Medidas de Prevención y Mitigación.....</b>	<b>1</b>
<b>VII.2</b>	<b>IMPACTOS RESIDUALES.....</b>	<b>9</b>
<b>VII.3</b>	<b>INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS</b>	<b>10</b>
<b>VII.4</b>	<b>ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>10</b>

## VII MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.

El objetivo central de este capítulo se basa en el diseño coherente y la objetividad de las medidas correctivas o de mitigación para reducir, eliminar o compensar los impactos ambientales negativos. El DTU Modalidad B se orienta a identificar la coherencia entre el impacto que se pretende prevenir o mitigar, y la medida propuesta para tal fin, así mismo se debe considerar que la ejecución de la misma sea viable (económica y técnica).

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra “Mitigación” buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

- 1) Medidas de Prevención; son aquéllas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- 2) Medidas de Mitigación; son aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- 3) Medidas de Compensación; son aquellas acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque 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 practicar a fin de maximizar la compatibilidad del proyecto con el ambiente.

### VII.1 Descripción de las Medidas de Prevención y Mitigación.

Para describir las medidas propuestas 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 7.1**.

**Tabla 7.1.** Simbología que se utilizara para categorizar las medidas propuestas del proyecto.

TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO
Prevención..... <b>P</b>	Preparación del Sitio..... <b>Ps</b>
Mitigación..... <b>M</b>	Construcción..... <b>Co</b>
Compensación..... <b>C</b>	Operación y Mantenimiento..... <b>Om</b>

Las medidas siguientes están enfocadas a lo siguiente componentes:

- Componente Aire.
- Componente Agua.
- Componente Suelo.
- Componente Flora Silvestre.
- Componente Fauna Silvestre.

En las siguientes tablas se presentan las medidas mencionando su tipo, los componentes ambientales afectados, las etapas del proyecto en donde ocurrirán y el seguimiento que se le dará.

**Tabla 7.2.** Medidas para el componente ambiental AIRE.

AIRE					
MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		P	C	O	
El equipo, vehículos y maquinaria utilizados para el proyecto, deberán contar con mantenimiento previo al ingreso al área del proyecto.  Se deberán realizar afinaciones y mantenimientos periódicos a las maquinarias.	P	X	X		Facturas de talleres.  Supervisión en campo.  Bitácora de Mantenimiento por vehículo.
Los camiones que transporten material pétreo al área del proyecto, deberá contar con lonas que eviten la dispersión de polvos, o bien humedecer el material para el traslado.	P	X	X		Supervisión en campo.  Memoria fotográfica.
En las áreas de trabajo se deberán colocar contenedores de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, estos deberán tener tapas y estar debidamente rotulados.	P	X	X	X	Supervisión en campo.  Memoria fotográfica.
Habilitar en el área un almacén con contenedores con tapa, para el depósito de residuos sólidos peligrosos, este debe techado. Este sitio será para el almacenamiento temporal, hasta su traslado a disposición final. Los contenedores deben estar rotulados.	P	X	X		Supervisión en campo.  Memoria fotográfica.  Facturas de disposición final de residuos peligrosos.

AIRE					
MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		P	C	O	
Se deberán realizar riegos periódicamente en los caminos más transitados. Esto para evitar la dispersión de los polvos a la atmosfera.	M	X	X		Supervisión en campo. Memoria fotográfica.
Queda estrictamente prohibido la quema de residuos sólidos en el área de trabajo	P	X	X	X	Disposición final en el relleno sanitario más cercano, con la consecuente exposición del recibo correspondiente del relleno sanitario. Toma de fotografías del manejo y disposición de los residuos.

**Tabla 7.3.** Medidas para el componente ambiental AGUA.

AGUA					
MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		P	C	O	
Se mantendrán áreas de conservación en el cual no se removerá el suelo y la vegetación natural, lo que también permitirá la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto.  La precipitación pluvial sé evapotranspira (80 %) y el resto se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución de las calizas, siguiendo diferentes trayectorias de flujo, controladas principalmente por el desarrollo del carst.  Dado que la infiltración es rápida, la superficie de dichas áreas permitirán la recarga del acuífero en la zona.	C	X	X	X	Supervisión en campo. Delimitación de las zonas de desmonte. Memoria fotográfica de las actividades.
Se contarán con biodigestores para el tratamiento de las aguas residuales de las villas y los baños que serán puestos a disposición de los turistas que visiten el lugar.	M			X	Supervisión en campo. Memoria fotográfica de las actividades. Facturas de mantenimiento a los biodigestores.
El equipo, vehículos y maquinaria utilizados para el proyecto, deberán contar con mantenimiento previo al ingreso al área del proyecto. Se deberán realizar afinaciones y mantenimientos periódicos a las maquinarias.	P	X	X		Facturas de talleres externos. Supervisión en campo. Bitácora de Mantenimiento por vehículo.
En las áreas de trabajo se deberán colocar	P	X	X	X	Supervisión ambiental.

<b>AGUA</b>					
<b>MEDIDA</b>	<b>TIPO DE MEDIDA</b>	<b>ETAPA DEL PROYECTO</b>			<b>SEGUIMIENTO</b>
		<b>P</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	
contenedores de almacenamiento de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos, estos deberán contar con tapa y deberán estar rotulados.					Memoria fotográfica.
Habilitar en el área un almacén con contenedores con tapa, para el depósito de residuos sólidos peligrosos, este debe techado. Este sitio será para el almacenamiento temporal, hasta su traslado a disposición final. Los contenedores deben estar rotulados.	P	X	X		Supervisión ambiental. Memoria fotográfica. Facturas de disposición final de residuos peligrosos.
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.	P	X	X		Supervisión ambiental. Capacitación al personal. Memoria fotográfica.
Se debe destinar un sitio específico. Para el almacenamiento y resguardo de maquinaria, equipo y materiales de construcción. En estos sitios se deberá contar con material y equipo para contener algún accidente.	P	X	X		Supervisión ambiental. Memoria fotográfica
Cada unidad deberá contar con equipo, materiales y recipientes para contener probables derrames o goteos.	P	X	X		Supervisión ambiental, Memoria fotográfica
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 evite infiltraciones al suelo y al manto acuífero, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores.	P	X	X		Supervisión ambiental. Memoria fotográfica. Facturas de Renta.
El agua que se requiera será transportada en pipas, de una empresa certificada, para llevar a cabo esta actividad. El agua para consumo de los trabajadores, procederá de bidones proveídos por la constructora.	M	X	X		Supervisión ambiental. Memoria fotográfica. Facturas de compra de agua.

**Tabla 7.4.** Medidas para el componente ambiental SUELO NATURAL.

<b>SUELO</b>					
<b>MEDIDA</b>	<b>TIPO DE MEDIDA</b>	<b>ETAPA DEL PROYECTO</b>			<b>SEGUIMIENTO</b>
		<b>P</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	
Se mantendrán un área de conservación en el cual no se removerá el suelo y la vegetación natural, lo que también permitirá la permanencia del suelo natural, así como también permitirá la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto.	C	X	X	X	Supervisión en campo. Delimitación de las zonas de desmonte. Memoria fotográfica de las actividades.
Los residuos derivados de obras, excavaciones, desmontes o rellenos, será utilizado para rellenar en donde lo amerite. En ningún momento se dispondrá el material sobre vegetación nativa. Debido a la poca generación de este tipo de residuos, se reusará cerca la totalidad del mismo.	M	X	X		Supervisión en campo. Memoria fotográfica.
El equipo, vehículos y maquinaria utilizados para el proyecto, deberán contar con mantenimiento previo al ingreso al área del proyecto.  Se deberán realizar afinaciones y mantenimientos periódicos a las maquinarias.	P	X	X		Supervisión ambiental. Memoria fotográfica. Facturas de talleres. Bitácora de Mantenimiento por vehículo.
En las áreas de trabajo se deberán colocar contenedores de almacenamiento de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos, estos deberán contar con tapa y deberán estar rotulados.	P	X	X	X	Supervisión ambiental. Memoria fotográfica.
Habilitar en el área un almacén con contenedores con tapa, para el depósito de residuos sólidos peligrosos, este debe techado. Este sitio será para el almacenamiento temporal, hasta su traslado a disposición final. Los contenedores deben estar rotulados.	P	X	X		Supervisión ambiental. Memoria fotográfica. Facturas de disposición final de residuos peligrosos.
Se debe destinar un sitio específico. Para el almacenamiento y resguardo de maquinaria, equipo y materiales de construcción.  En estos sitios se deberá contar con material y equipo para contener algún accidente.	P	X	X		Supervisión ambiental. Memoria fotográfica.
Cada unidad deberá contar con equipo, materiales y recipientes para contener probables derrames o goteos.	P	X	X		Supervisión ambiental. Memoria fotográfica.
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 evite infiltraciones al suelo y al manto	P	X	X		Supervisión ambiental. Memoria fotográfica. Facturas de Renta de los sanitarios.

SUELO					
MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		P	C	O	
acuífero, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores.					
Se fomentara la separación y el reciclaje de los residuos.  Se le dará una debida disposición a los residuos generados conforme a la legislación aplicable.	M	X	X		Supervisión ambiental.  Memoria fotográfica.  Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.

**Tabla 7.5.** Medidas para el componente ambiental FLORA SILVESTRE.

FLORA						
CÓDIGO	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
			P	C	O	
M-07	Para el desmote de la vegetación se efectúa el presente Documento Técnico Unificado, para solicitar el cambio de uso del suelo, el cual será sometido a su evaluación por la SEMARNAT, previo al comienzo de actividades.	M	X	X		Resolutivo con autorización para el cambio de uso del suelo, emitido por la DGGFS.
C-03	Se mantendrán áreas verdes en las cuales no se removerá el suelo y la vegetación natural, lo que también permitirá la permanencia de la vegetación natural, así como también permitirá la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto.  En dichas áreas y en el jardín botánico se aplicará un programa de reforestación con especies nativas rescatadas (Ver Anexo 6) para mitigar y recuperar las condiciones de vegetación de la zona.	C	X	X	X	Supervisión ambiental.  Memoria fotográfica.  Delimitación de las zonas de desmote
P-09	Las actividades de desmote y despalle 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 desmote y despalle se llevarán a cabo mediante la aplicación de un procedimiento de desmote direccionado del arbolado (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio).	P	X	X		Supervisión ambiental.  Procedimiento de desmote direccionado del arbolado.  Memoria fotografía.
M-08	La vegetación producto del desmote se deberá trozar y depositar en otras áreas donde se realicen actividades de reforestación.	M	X	X		Supervisión en campo.  Memoria fotográfica del traslado y depósito del

FLORA						
CÓDIGO	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
			P	C	O	
						material.
P-10	No realizar la quema o la eliminación de los residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.	P	X	X		Supervisión en campo. Memoria fotográfica del desmonte
P-11	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.	P	X	X		Supervisión en campo
P-12	Se llevara a cabo la aplicación de un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal a afectar por motivo de CUSTF (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio) catalogadas como endémicas de la región.	P	X	X		Supervisión en campo. Aplicación del programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal a afectar por motivo de CUSTF.

**Tabla 7.6.** Medidas para el componente ambiental FAUNA SILVESTRE.

FAUNA						
CÓDIGO	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
			P	C	O	
M-09	Con el fin de garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna el proyecto contempla la permanencia de áreas verdes con lo cual se mantendrá el suelo y la vegetación actual para permitir la continuidad de los elementos naturales para la fauna del sitio.	M			X	Supervisión en Campo. Memoria fotográfica de los señalamientos.
P-11	Estará estrictamente prohibida la extracción o caza de la fauna nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación.	P	X	X		Supervisión en campo.
P-13	Para evitar la afectación de la fauna se deberá delimitar las áreas de desmonte y de construcción.	M	X	X		Supervisión en Campo. Memoria fotográfica de los señalamientos preventivos para evitar la afectación de la fauna.
M-10	Previo a la actividad de maquinaria pesada e incluso durante su labor, se aplicara un programa de acciones de protección de la fauna silvestre que	M	X	X		Supervisión en Campo del Programa de acciones para la protección de la fauna

FAUNA						
CÓDIGO	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
			P	C	O	
	consistirá principalmente en realizarán revisiones en el área a afectar, para ahuyentar a la fauna susceptible de afectación y de ser posible se podrá reubicar en áreas que no se vayan a afectar. (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio)					silvestre.  Memoria fotográfica de las actividades realizadas por el programa de acciones de protección de la fauna silvestre.
P-14	Los trabajos de desmonte y despalme se realizarán por etapas, conforme a la programación de la obra, para permitir una salida gradual de la fauna hacia sitios menos perturbados.	P	X	X		Supervisión en campo.  Memoria fotográfica.

Cabe señalar que todo esto será llevado a cabo en conjunto con los procedimientos y programas aplicables a la obra anexos a este estudio (**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 (**Anexo 6**).
- Programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal a afectar por motivo de cambio de uso del suelo en terrenos forestales (**Anexo 6**).

**Medidas adicionales:**

- Se deberán colocar señalamientos visibles sobre las actividades prohibidas a realizar dentro del área del proyecto, como 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.

## VII.2 IMPACTOS RESIDUALES

El Cambio de Uso del Suelo, por la construcción de la vivienda multifamiliar “Residence San Crisanto” en el sitio implicará afectaciones permanentes al sistema actual, las cuales son ambientalmente moderadas y ampliamente generalizadas en la zona:

- La sustitución del sustrato natural por concreto, que impermeabilizará porciones del terreno.
- Consecuentemente, disminución de áreas con vegetación.
- Modificación del paisaje actual (conformado por terrenos semi-perturbados por actividades antropogénicas y eventos naturales) con fragmentos de vegetación secundaria derivado de duna costera.
- Las instalaciones de concreto y metal serán contrastantes con el medio natural del sitio, pero concordantes con el medio urbano adyacente.
- Se generará una carga adicional de residuos sólidos municipales en la zona.

En todos los casos, el impacto en la zona es sinérgico y acumulativo, no atribuible exclusivamente al proyecto debido a la existencia de diversa infraestructura urbana y de servicios que han impactado previa y actualmente.

La vegetación secundaria proveniente de una duna costera en las **6,086.99 m<sup>2</sup>**, donde se pretende el desplante para la implementación del presente proyecto, se encuentra en recuperación y presenta evidencias de afectaciones recurrentes presenta un bajo nivel de conservación. Su remoción representa una afectación del 38.49 % ( 2,342.87 m<sup>2</sup>) de la superficie total del conjunto de predios bajo estudio.

Considerando la pérdida de vegetación como el impacto residual más importante que puede ser generado por el cambio de uso del suelo en las **6,086.99 m<sup>2</sup> (0.608699 ha)** con vegetación forestal en el sitio del proyecto, y que este tipo de vegetación presenta una tendencia de recuperación natural, que se encuentra sometida a condiciones de presión por la ocupación humana, dentro del área regulada por el POETY se cuenta con usos compatibles de Turismo alternativo y de playa, por lo que se considera que estas condiciones no son limitantes para que se puedan esperar a corto plazo condiciones adecuadas para el desarrollo de poblaciones de flora y fauna silvestres, por lo que es posible esperar un escenario ambiental en el que la magnitud de dicho impacto sea poco significativo en el contexto de lo que representa de afectación dentro de la cuenca forestal, por lo que su remoción no comprometerá el mantenimiento de los elementos bióticos y abióticos principales de la cuenca forestal Yucatán.

Es importante considerar que los impactos ambientales previstos, han sido contemplados por los instrumentos de planeación aplicables al sitio del proyecto. El POETY, establece criterios de regulación ecológica y que son aplicables a este predio. Por lo que los impactos residuales se compensan mediante la conservación de la vegetación en las UGA’s con políticas de Protección y Preservación aledañas a esta zona. Por lo tanto la remoción de la vegetación y sus impactos potenciales no comprometen la biodiversidad, ni provocan la erosión de los suelos.

### VII.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

La fianza deberá fijarse tomando en cuenta el monto aproximado estimado en el programa de manejo ambiental (\$ 120,000.00) más un 20% adicional, es decir se deberá fijar sobre un monto de \$ 144,000.00 pesos.

### VII.4 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

#### ESPECIES FORESTALES PRESENTES.

Como fue presentado en el Capítulo 2 de este estudio dentro del área de estudio se registraron 30,093 individuos de plantas en una hectárea. Siendo la especie más abundante el *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd con 660 individuos, *Caesalpinia vesicaria* L. con 368 , *Distichlis spicata* (L.) E. Greene. var. *spicata* con 349 y *Pithecellobium keyense* Britton in Britton & Rose con 220.

#### Objetivos del programa de restauración.

##### Objetivo General.

El programa de restauración para el proyecto tendrá como objetivo, realizar la restauración y recuperación de algún área deteriorada dentro de las áreas destinadas como de conservación del presente proyecto, empleando la técnica de “enriquecimiento” que consiste en establecer por plantación especies presentes actualmente en la misma y dar seguimiento al desarrollo de los individuos establecidos y de las condiciones bióticas del área, para asegurar al máximo la recuperación ambiental de la zona.

El proyecto se enmarca dentro de una estrategia de ordenación para restaurar la vegetación secundaria removida y contiene dentro de sus objetivos y metas, aspectos relacionados con los contextos ecológico, económico y socio cultural, que son la base de un manejo sostenible.

##### Objetivos Específicos

- Identificar los impactos reales que se ocasionaron y las áreas de restauración prioritarias presentes dentro del área de conservación del predio bajo estudio.
- Identificar las áreas propicias para la reforestación y recuperación de áreas forestales deterioradas presentes dentro del área de conservación del proyecto.
- Contribuir a frenar el deterioro de la vegetación, mediante la ejecución de programas de recuperación, prácticas de cultivo para promover la regeneración natural y reforestación dentro del área de conservación del proyecto.
- Proponer las especies de flora apropiada para la restauración de la cobertura vegetal.
- Enriquecer la biodiversidad de la zona, ayudando a la naturaleza.
- Aplicar técnicas que permitan la recuperación del horizonte orgánico, se fomente la regeneración natural y se mejore el sitio a través de plantación de especies nativas de la región.
- Desarrollar un programa de monitoreo de las áreas de reforestación trazadas dentro del predio bajo estudio.

## Metodología para la restauración.

Considerando que en el predio donde se desarrollará el proyecto quedarán áreas con vegetación, similar a la de la superficie que será afectada, se estima que la forma más eficiente y rápida para lograr su restauración es empleando una plantación de “enriquecimiento” con especies de la misma zona, por lo que este será el método a emplear para este proyecto que se plantea.

### Ubicación del área a restaurar

Considerando que en las áreas de conservación permanecerá la vegetación sin mayor alteración y asumiendo que las condiciones ecológicas y las características son muy semejantes a las del área que será afectada, la superficie a restaurar puede ser ubicada en dichas áreas, buscando alguna parte donde se requiera con mayor urgencia la restauración, tales como partes sin o con poca vegetación y exposición del suelo.

Como ya se señaló, se establecerá una plantación de enriquecimiento con especies que fueron identificadas en los muestreos.

**Cultivo al suelo.** Entre las actividades primordiales en la ejecución de la restauración de la vegetación forestal en el área, es importante iniciar prácticas de cultivo al suelo para promover la regeneración natural aprovechando el banco de semillas en el suelo del sitio o bien establecer plántulas de especies propias de la región reforestando el área.

Es importante señalar que el banco de semillas en el suelo, presente en la zona, contiene semillas de las especies pioneras de la región y se encuentra en los primeros horizontes del suelo y que si se aplica un rastreo al mismo, se mejorarán las condiciones para que se inicie la germinación de la semilla de muchas especies, especialmente leguminosas presentes.

Además de lo anterior, se propiciará la regeneración de muchas especies por brote de raíz, acelerando con ello el tiempo necesario para que se recupere y alcance parámetros similares a los que actualmente contiene.

También es importante que todo el material proveniente de ramas y ramillas delgadas obtenidas en los trabajos del desarrollo habitacional sea picado y esparcido en el sitio con la finalidad de contribuir a la formación de suelo orgánico y a la aportación de nutrientes para el desarrollo de la vegetación resultante.

Contribuir al enriquecimiento del suelo natural permitirá que con las semillas presentes en el banco y la dispersión natural de semillas, se dé inicio al proceso de regeneración de la flora en el área.

Con la finalidad de reforzar y acelerar la restauración del área, se desarrollará un programa de reforestación de enriquecimiento en las áreas con poca o nula vegetación en las áreas de conservación del proyecto, que aumente las probabilidades de recuperación de la vegetación.

Se establecerán especies que se encuentran en la zona y que se señalan posteriormente y considerando que en la etapa de sucesión en que se encuentra la vegetación, actualmente existen 4,700 individuos de plantas en una superficie de **6,086.99 m<sup>2</sup>**, por lo que se propone enriquecer la población que exista en el área a restaurar estableciendo 600 plantas por superficie a reforestar. Habrá que agregar por lo menos un 10% más, para efectuar la replantación, si esta es requerida.

Las plantas se distribuirán aleatoriamente en el terreno seleccionado, cubriendo los huecos existentes, para que al cabo del tiempo requerido para alcanzar los parámetros actuales de la masa forestal y descontando aquellas plantas que mueran, se tenga por lo menos el mismo número de individuos por hectárea que originalmente existe.

La semilla puede obtenerse directamente mediante su recolección en las poblaciones naturales, cumpliendo con la normatividad vigente al respecto o bien adquirirse a través de organizaciones o casas comerciales, dedicadas a estas labores, en el mercado nacional, cuidando que la procedencia sea de la misma zona donde se realiza el proyecto.

**Especies a utilizar en la rehabilitación.** Para realizar el proyecto de rehabilitación y considerando la filosofía, tanto del término rehabilitación, como del espíritu que conlleva la legislación ambiental y forestal en la materia, para el presente proyecto se utilizará planta de las especies presentes en el predio, entre ellas las que se encuentran las más numerosas y típicas de la vegetación de duna costera y que pueden observarse a continuación.

**Tabla 7.7.** Especies más abundantes registradas dentro del área sujeta a CUSTF en el predio bajo estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	COBERTURA ABSOLUTA (M <sup>2</sup> )
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Julub	110	8.187
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw. var. <i>angustifolia</i>	Ch'elem	421	31.616
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima</i> (Mart.) Chodat & Hassl.	Sak mul	282	8.862
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Lirio k'aax	14	1.615
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	10	0.003
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook	555	17.424
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	K'an tumbuub	110	3.530
Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Apazote xiw	5	0.150
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw	96	3.004
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Chal che'	10	0.676
Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Uk'iil	292	11.003
Bataceae	<i>Batis maritima</i> L.	Alambrillo	191	6.008
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schul.	Tabaquillo	10	2.441
Cactaceae	<i>Acanthocereus tatragonus</i> (L.) Hummelinck	Xnumtsuytsuy	110	7.398
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	24	1.202
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose. ssp. <i>donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer.	Koj kaan	10	0.526

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	COBERTURA ABSOLUTA (M <sup>2</sup> )
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	77	8.412
Capparaceae	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) <i>H.H. Iltis &amp; X. Cornejo. ssp. yucatanensis</i> (Lundell) Iltis	Bojk'anche'	14	0.945
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz.	ND	43	4.431
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	53	2.028
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Campanilla	10	0.469
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Tso'ots' aak'	5	0.244
Euphorbiaceae	<i>Croton flavens</i> L.	Ek' balam	10	0.939
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	134	7.242
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	Ch'iin took'	5	0.338
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i> Mur.	Jobon xiiw	5	0.338
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	10	1.277
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i> L.	K'an le' kay	57	2.054
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	368	26.421
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC. <i>Pithecellobium</i>	Frijolillo	14	0.770
Leguminosae	<i>keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	220	28.349
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up	24	3.643
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Bisil	19	1.690
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil	24	0.751
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok	57	2.873
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	14	0.451
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk	660	21.630
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene. var. <i>spicata</i>	Baakel aak'	349	10.965
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Ni' che'	48	7.595
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i> Sw. <i>Sideroxylon</i>	ND	24	2.478
Sapotaceae	<i>americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	43	0.968
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	Pats'il	24	2.717
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le'	72	7.886
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Mo'ol peek	62	4.844
Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i> L.	Chan koj xnuk	10	0.676
total			4700	257.070

**Producción de planta a raíz cubierta.** Se propone esta modalidad de producción de planta para obtener las necesarias para este proyecto. Esta modalidad de producción de planta es utilizada por la gran mayoría de los viveristas de México; para efectos del proyecto que nos ocupa se utilizará la siembra directa en el envase.

La metodología que se propone para la fase de vivero está tomada del trabajo realizado por Patiño y Marín (1993<sup>1</sup>) sobre viveros forestales y para el establecimiento de plantaciones del trabajo de Patiño y Marín (2009<sup>2</sup>).

La técnica de siembra directa en el envase es viable, prácticamente para todas las especies independientemente del tamaño de su semilla, pues tiene ventajas operativas sobre todo para aquellas que son sensibles a la manipulación de sus raíces. Antes de realizar la siembra, los envases se riegan abundantemente en la platabanda, hasta humedecer bien el sustrato para iniciar la distribución de las semillas, que puede ser manual, para el caso de especies con semilla grande, o con sembradores manuales para las pequeñas, depositando un número variable de semillas en función al tamaño de éstas.

Para especies con semilla grande, se coloca una semilla por envase; para otras especies de semilla más pequeña y en función también del porcentaje de germinación del lote de semillas, se depositan de 2 a 3 semillas por envase.

Una vez sembrados los envases, se procede a colocar una capa fina de tierra cernida de algún sustrato sobre la semilla, de tal forma que la protejan y le eviten daños por desecamiento, por pájaros o cualquier otro agente que pueda disminuir su germinación y en consecuencia afectar la producción de plantas.

Una protección usual consiste en cubrir la parte superior de los envases con una capa de sustrato aplicándolo al voleo en capas de 0.5 cm. El grosor de la capa de protección es importante, pues si ésta es excesiva puede dificultar, atrasar o evitar la germinación de la semilla.

Cuando las plántulas tienen por lo menos cuatro pares de hojas definitivas y el sistema radicular presenta raíces secundarias, se puede proceder a eliminar algunas plántulas de los envases en los que hayan germinado más de una semilla; en éstos se deberá dejar una sola planta cuidando de que quede la mejor y más vigorosa.

Cuando las plantas alcanzan el tamaño adecuado en el envase, que generalmente es de 20 a 25 cm de altura en promedio, se debe proceder a remover los envases de la cama de crecimiento, con la finalidad de separar las plantas según su altura, debiéndose cortar las raíces que hayan penetrado al piso de la platabanda. Después de esta operación, las plantas se deben regar y dejarse en recuperación por un período de cuatro a cinco días antes de enviarlas al campo.

Con la finalidad de darle mayor resistencia a la planta es conveniente que, tres o cuatro meses antes de que salga del vivero hacia la plantación, se le disminuya paulatinamente la frecuencia de riegos en el vivero, lo que resulta en una mayor adaptación y sobrevivencia, por el endurecimiento a que se le somete.

Los lotes de plantas seleccionados en el vivero por sus características y calidad, deben enviarse al campo en forma separada, en función a su tamaño, con la finalidad de que se uniformice lo más

---

<sup>1</sup> Patiño, V. F. y Marín, Ch. J., 1993. Viveros forestales: planeación, establecimiento y producción de planta. Serie: Libro Técnico. INIFAP. CIR Sureste. 159 p.

<sup>2</sup> Patiño, V. F. y Marín, Ch. J., 2009. Manual para el establecimiento de plantaciones forestales (en proceso de publicación)

posible la planta y evitar competencias indeseables o poblaciones heterogéneas, que puedan afectar la productividad de la población.

**Establecimiento de la plantación.** La plantación es, sin duda, el momento más crítico para la planta, la cual es trasladada desde el ambiente protegido del vivero al lugar definitivo, en donde estará sometida a una fuerte competencia por el agua y los nutrientes disponibles en el suelo, a períodos prolongados de sequía; al efecto del viento y a otra serie de factores físicos y bióticos que harán difícil su establecimiento.

Para que la planta logre superar con éxito esta etapa, es fundamental el empleo de las técnicas de establecimiento adecuadas a las condiciones del sitio en donde se pretende establecer la plantación.

Las técnicas de plantación son muy variadas y no sólo dependen del monto de precipitación existente en el área, si no de muchos otros factores, entre los que se pueden mencionar la topografía, las condiciones del suelo, sobre todo su profundidad, la vegetación existente, la pedregosidad y aún condiciones ajenas al establecimiento mismo de las plantas como son las condiciones socioeconómicas imperantes en el área en donde se realiza la rehabilitación o reforestación, ya que esto puede afectar la disponibilidad y costo de mano de obra.

Considerando las características del predio y la vegetación presente en el mismo, se decidió que las áreas que se requiere reforestar se ubiquen en áreas con poca vegetación y en los claros naturales del área de conservación del proyecto.

**Preparación del sitio.** La preparación del sitio para la plantación es un factor de gran importancia, ya que de ella depende en gran medida la supervivencia, el crecimiento inicial y en consecuencia la futura densidad y homogeneidad de la población.

Muchas especies son muy susceptibles a la competencia, especialmente del pasto y otra maleza y requieren un adecuado tratamiento al suelo para un buen desarrollo inicial de sus raíces. Por lo tanto, mientras mejor sea la preparación del sitio, mejores serán los resultados de establecimiento y crecimiento.

El mayor gasto que implica una preparación de sitio más intensiva, es ampliamente justificado por los dividendos que pueden obtenerse de una población densa, uniforme y sana.

Como preparación del sitio se consideran los procesos de limpia, tratamiento al suelo y control de la competencia.

Previo a la plantación de cualquier especie forestal, es necesario limpiar el terreno, si éste está cubierto con vegetación arbórea o arbustiva. Considerando el tipo de vegetación existente y la topografía del lugar, la limpia podrá hacerse empleando herramientas manuales, sobre todo considerando que se trata de una restauración de terreno forestal.

La remoción de materiales leñosos y la pica después de la limpia de materiales más delgados, es una práctica bastante común, ya que la eliminación de casi la totalidad del material leñoso facilita las labores de plantación produce un buen control de la competencia.

Si es necesaria la quema de materiales leñosos que se consideren como combustibles peligrosos en el terreno, debe realizarse formando pequeñas pilas y tomando todas las precauciones necesarias, esto facilita un buen establecimiento y desarrollo inicial de la plantación y reduce el peligro de

incendios, al eliminar los desechos de la limpia, además pone a disposición de la planta nutrientes minerales esenciales para su crecimiento.

La quema, sin embargo, tiene efectos negativos, ya que daña los microorganismos del suelo; produce importantes pérdidas de materia orgánica y de nutrientes por volatilización, arrastre de cenizas y lixiviación, dejando el suelo muy expuesto a la erosión, lo cual sin duda afecta la productividad del sitio en el largo plazo.

Por lo tanto, cuando los desechos son manejables y por su cantidad no constituyen un gran aumento en el peligro de incendios, pueden apilarse en fajas evitándose la quema.

La preparación del suelo es uno de los factores fundamentales en el establecimiento de plantaciones forestales, especialmente en zonas en donde se encuentran suelos delgados, erosionados y de escasa fertilidad.

Donde las condiciones de sitio son favorables, y el establecimiento se hace en suelos forestales profundos y de texturas medias a livianas, el tratamiento al suelo pierde importancia relativa, en relación a otros tratamientos, como por ejemplo el control de la competencia. A pesar de esto, un adecuado tratamiento al suelo siempre tendrá un efecto positivo en la plantación, ya que favorece el desarrollo radicular de las plantas y en consecuencia aumenta la posibilidad de absorción de nutrientes, facilita la infiltración de agua en el suelo, aumenta la capacidad de retención de agua y disminuye la competencia producida por la vegetación existente en el lugar de plantación.

Básicamente las prácticas de preparación del suelo se orientan a favorecer el crecimiento de las raíces de las plantas de las especies forestales establecidas.

Lo anterior es consecuencia de la reducción de competencia de la maleza, además de mejorar en cierto grado las propiedades físicas del suelo, lo que permitirá una expansión más libre del sistema radicular y en consecuencia la planta tendrá mayores posibilidades de obtener nutrientes y de crecer.

El sistema de preparación del suelo, así como su intensidad varían de acuerdo con la especie a ser plantada, con las condiciones del suelo, sobre todo, las propiedades físicas, con el clima, topografía y localidad donde se realice.

Considerando las características del suelo del predio que se va a reforestar, se considera como más adecuado el establecimiento de la plantación empleando cepa común. La cepa común es un método de preparación de suelo que puede tener variaciones, especialmente en el volumen de tierra removida.

La elaboración de pocetas o cepas para plantación, de diversas dimensiones, presenta varios inconvenientes, desde un bajo rendimiento operacional, hasta consideraciones importantes como es la restricción del crecimiento de las raíces al volumen de la poceta.

La especie establecida presenta por lo general un crecimiento lento en los primeros dos años de vida, sufriendo además una fuerte competencia con maleza y plantas invasoras más adaptadas a las condiciones de compactación de suelos.

Dentro de todo el proceso, el establecimiento de la plantación es tal vez el de mayor importancia. Por muy eficientes que hayan sido los tratamientos aplicados en el vivero o las técnicas de preparación del sitio, si la plantación no se realiza en la forma y época adecuadas, las probabilidades de éxito serán escasas.

Una vez preparado el suelo, se inician las labores de plantación. Si el suelo ha sido bien preparado, la plantación puede realizarse con cualquier herramienta diseñada para este fin, por ejemplo, pala recta, pico y azadón.

La planta deberá enterrarse derecha y por lo menos hasta el cuello de la raíz, y luego apisonarse en forma suave para evitar que queden espacios con aire en la zona de las raíces. Un apisonamiento excesivo, puede producir falta de aireación y cuando se hace con el tacón puede alterar la posición de la raíz, causando una mal formación que puede traducirse en un mal crecimiento, inestabilidad e incluso en el quiebre de la planta a nivel del cuello de la raíz.

Cuando se emplea como maceta una bolsa plástica o de cualquier material que no se degrada rápidamente, debe ser removida, no basta con hacerle cortes u hoyos.

**Época de plantación.** El momento más apropiado para el establecimiento de la plantación, es cuando existen las mejores condiciones de humedad en el suelo, lo cual coincide con la temporada de lluvias.

En la Península de Yucatán y específicamente en la zona del proyecto, ésta se presenta desde mediados de junio hasta finales de octubre, con un período de sequía, a finales de julio o principios de agosto, conocido comúnmente como "canícula".

Por tal motivo se recomienda iniciar la plantación en los meses de Julio Agosto, pudiéndose también plantar y lograr una alta sobrevivencia en los meses de septiembre y octubre donde se obtienen los mejores resultados, debido a que en esta época se presenta lluvias abundantes (nortes o ciclones) y las condiciones ambientales presentan días nublados que permiten un mejor "prendimiento" de las plantas.

Se recomienda plantar, si esto es posible, en días nublados, habiéndose humedecido la tierra dentro de la poceta, de tal manera que las raíces lleguen a un ambiente fresco. Si se planta en días soleados debe cuidarse de humedecer las pocetas lo suficiente y realizar la plantación en las primeras horas de la mañana o de preferencia por la tarde.

**Espaciamiento o densidad de plantación.** La elección del espaciamiento de plantación depende de una serie de factores, entre los que se incluyen la calidad del sitio, los objetivos de la plantación, además de consideraciones netamente económicas o bien restricciones de algún programa o normatividad. El espaciamiento normalmente se expresa como la distancia entre árboles, dentro y entre hileras o a veces como un número de árboles por hectárea, entendiéndose un determinado espaciamiento. Por ejemplo, cuando se habla de 600 árboles/ha se supone un espaciamiento de 16 m entre plantas.

**Trazo de la plantación.** Debido a que la plantación es de rehabilitación y dentro de un ecosistema natural de vegetación secundaria de duna costera, el arreglo topológico que se pretende seguir en este proyecto consiste en seguir los patrones de distribución natural de las especies formando bosquetes o conjuntos de las especies propias de la zona, tomando como modelo el número de especies más comunes por hectárea.

**Plantación manual.** El paso inicial consiste en marcar los sitios donde serán establecidas las plantas, operación que puede realizarse de diferente forma: ya sea utilizando cables acotados a la distancia de plantación, reglas de madera, o cualquier otra herramienta, o bien el método citado en el

apartado anterior, de tal forma que se permita distribuir en forma de conglomerados tratando de respetar la manera en que se distribuyen en la naturaleza.

La distribución de las plantas también es hecha manualmente por un operario que las lleva en una caja y las va depositando en los lugares previamente marcados. Posteriormente, otros operarios que vienen detrás del distribuidor cortan el envase para quitarlo y dejar el cepellón del sustrato y establecen las plantas en su lugar definitivo.

**Reposición de plantas.** En caso de que algunos de los individuos no sobreviva al establecimiento en campo, se procederá a sustituirlo por otras plantas que se encuentren en el vivero.

Para la reposición se utilizarán plantas desarrolladas en el vivero. Posterior a su plantación, se le darán los cuidados ya señalados anteriormente y en caso necesario, deberá regarse para facilitar su adaptación y sobrevivencia.

Debe recordarse que es mejor realizar la replantación en la temporada de lluvias, de julio a octubre. Si es posible ejecutar la replantación en otros meses siempre que exista la posibilidad de aplicar riegos de apoyo.

## TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS Y CULTURALES.

El problema por el cual las plantaciones forestales, tanto de rehabilitación como de reforestación, en las zonas tropicales de México no han tenido éxito y tienen incrementos bajos, es la falta de manejo, ya que el no realizar ninguna labor complementaria, hace que la sobrevivencia y los incrementos de los individuos que logran desarrollarse, sean pobres y ocasiona que muchas plantas sean suprimidas por la competencia y no sobrevivan.

**Control de maleza.** Las plantas en su fase inicial de crecimiento son altamente sensibles a la competencia de maleza, por lo que el control y combate de esta vegetación indeseable, son operaciones indispensables, hasta la etapa en la que la población alcanza el crecimiento suficiente en la que dominan a la vegetación espontánea, eliminando su competencia.

Por lo general, para especies de rápido crecimiento establecidas con técnicas adecuadas a los 24 meses de edad, ya dominaron a la maleza. Es recomendable que se realicen tres limpiezas y cultivo al suelo por lo menos durante los dos primeros años, después del segundo año rara vez se hace necesario dar una limpieza, excepto en donde haya una excesiva competencia.

Además de los beneficios obtenidos como la mayor sobrevivencia y el mejor crecimiento de la población, las prácticas de limpieza y cultivo al suelo, ayudan a prevenir los riesgos de incendio y facilitan el control de algunas plagas como hormigas.

La maleza compite por espacio, nutrimentos y luz de forma muy eficiente, en algunos casos son portadoras y favorecen enfermedades entre las plantas. Para el control de las mismas se debe realizar su control de preferencia en forma manual, en este caso el manejo se realizará después de que las plantas utilizadas en la reforestación se encuentren aclimatadas totalmente.

## MONITOREO DE LA PLANTACIÓN.

Para controlar la sobrevivencia, el estado sanitario y el vigor de los árboles y arbustos establecidos en la plantación, será necesario un proceso de monitoreo y verificación de cada uno de ellos.

El monitoreo puede realizarse ya sea mensualmente o cada dos meses y tomar información de los individuos, destacando aquellos eventos en que existan árboles muertos o dañados, que deberán sustituirse. Se puede utilizar una pequeña ficha que contenga la información mínima necesaria para el seguimiento, por ejemplo:

- a) Especie
- b) Localización
- c) Fecha de plantación
- d) Número de individuos, vivos y muertos por especie.

Lo anterior se realizará para llevar un control de las plantas establecidas y darle seguimiento a su desarrollo y adaptación, para en caso necesario proceder a su replantación, ya que las diversas especies serán colocadas en áreas de aclimatación diferentes.

Al momento de la plantación se registrará el número de individuos de cada una de las especies establecidas y se dibujará un croquis de la distribución en el cual se dará seguimiento a la sobrevivencia y estado físico.

**Monitoreo de sobrevivencia.** Se sugiere realizar un monitoreo cada dos meses durante el primer cuatrimestre después del establecimiento de la plantación; posteriormente se sugiere efectuar dos monitoreos más, con intervalo de tres meses; durante los monitoreos se contabilizarán los individuos para obtener el índice de sobrevivencia de la plantación, que puede obtenerse mediante la siguiente fórmula (Krebs, 1989)

$$S = \mu_2 / \mu_1 \times 100$$

**Dónde:** S.= Porcentaje de individuos vivos en un periodo determinado

$\mu_2$  = Núm. Individuos vivos del segundo monitoreo

$\mu_1$  = Núm. Individuos vivos del primer monitoreo\*

## INFORME DE ACTIVIDADES REALIZADAS.

Para el seguimiento de la plantación se considera como tiempo de ejecución del proyecto por lo menos cuatro meses después del establecimiento.

Al término del periodo programado deberá entregarse el reporte final, para proceder a la liberación del predio de la falta ambiental que motivó la elaboración del proyecto.

## COSTOS DE LA REFORESTACIÓN.

Los costos por mano de obra e insumos que se requieren para establecer 600 plantas en una superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales equivalente a 2,342.87 m<sup>2</sup> (0.234287 ha) y la reposición, en su caso, se muestran a continuación; considerando un seguimiento de 5 años para que la plantación alcance un desarrollo semejante a las condiciones que existen actualmente en la vegetación de la zona.

**Tabla 7.9.** Costo por hectárea de la mano de obra para realizar el proyecto durante cinco años.

CONCEPTO	JORNALES	COSTO POR JORNAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	SUMAS
Limpia	5	\$200.00	\$1,000.00					\$1,000.00
Pocetas	5	\$250.00	\$1,250.00					\$1,250.00
Transporte	3	\$300.00	\$900.00					\$900.00
Plantación	3	\$200.00	\$600.00					\$600.00
Replantación	2	\$200.00	\$400.00					\$400.00
Fertilización	2	\$150.00	\$300.00					\$300.00
Mantenimiento 1	1	\$700.00	\$700.00	\$700.00	\$700.00	\$700.00	\$700.00	\$3,500.00
Mantenimiento 2	1	\$700.00	\$700.00	\$700.00	\$700.00	\$700.00	\$700.00	\$3,500.00
<b>SUMAS</b>			<b>\$5,850.00</b>	<b>\$1,400.00</b>	<b>\$1,400.00</b>	<b>\$1,400.00</b>	<b>\$1,400.00</b>	<b>\$11,450.00</b>

En la tabla anterior se pueden observar los costos anuales de la mano de obra necesaria a emplear durante la vida del proyecto, destacando el primer año, en el que se concentran los costos de preparación del sitio de la plantación y el mantenimiento, que ascienden a \$5,850.00 pesos moneda nacional.

Los insumos necesarios para el desarrollo del proyecto de reforestación se pueden apreciar en la tabla siguiente.

**Tabla 7.10.** Costo de los principales insumos a utilizar en la reforestación de una hectárea.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	AÑO 1	SUMAS
Plántulas	600	\$ 3.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
Plantas Replantación	60	\$ 3.00	\$ 180.00	\$ 180.00
Fertilizante (Kg.)	10	\$ 30.00	\$ 300.00	\$ 300.00
Otros	Lote	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00
Herramientas	Lote	\$ 3500.00	\$ 300.00	\$ 300.00
Agroquímicos	Lote	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 3,180.00</b>	<b>\$ 3,180.00</b>

El costo de los insumos requeridos para establecer la reforestación que se plantea en el proyecto es de \$ 3,180.00 que se ejercen el primer año del mismo.

El monitoreo de la plantación, para observar su sobrevivencia y la presencia de plagas y enfermedades, se realizará efectuando dos visitas en el primer año y dos en el segundo y posteriormente una visita anual durante los años 3 a 5, por lo cual se realizarán 5 visitas de monitoreo con la finalidad de documentar la sobrevivencia y estado que guardan las especies plantadas.

Cada visita será de un día, y se estima recorrer 180 kilómetros en el viaje de ida y vuelta. El costo de cada visita se compone de gasolina (25 litros a \$ 15.08 por litro: \$ 377.00, honorarios de un técnico que toma la información (\$ 700.00), otros costos imprevistos (\$ 300.00).

En total, cada viaje de monitoreo que se realice tendrá un costo de \$ 1,377.00; por lo tanto, el costo de los cinco viajes para monitorear el estado de la reforestación tendrá un costo estimado de \$ 6,885.00.

**Tabla 7.11.** Resumen de costos para reforestar en el área de estudio.

<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Mano de obra en el proyecto	<b>\$5,850.00</b>
Insumos mínimos necesarios	<b>\$ 3,180.00</b>
Visitas técnicas	<b>\$ 6,885.00.</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$9,030.00</b>

Considerando lo anterior, el costo de establecimiento, mantenimiento y monitoreo de la población de especies durante 5 años para los 2,342.87 m<sup>2</sup> (0.234287 ha) de reforestación, por ejemplo sería de **\$9,030.00.**

A partir del año 5 en adelante y hasta el año 8, la población debe continuar su desarrollo en forma normal, para entonces ya habrá llegado a los valores máximos que existen en el estado actual y requerirá solamente de acciones de prevención y protección para evitar incendios, plagas y enfermedades que la afecten.



---

# CAPITULO VIII

---

*PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.*



**sica**  
Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



**GCA CONSULTORES**  
proveedora de soluciones



## CONTENIDO

---

<b>VIII</b>	<b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	<b>1</b>
<b>VIII.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
<b>VIII.2</b>	<b>DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>VIII.3</b>	<b>DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>VIII.4</b>	<b>PRONOSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>4</b>
<b>VIII.5</b>	<b>PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.....</b>	<b>5</b>
<b>VIII.6</b>	<b>SEGUIMIENTO Y CONTROL.....</b>	<b>7</b>

## VIII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

De acuerdo a los trabajos de campo y revisiones bibliográficas se da el siguiente diagnóstico ambiental del área de estudio:

**FLORA Y VEGETACIÓN.** Las características de vegetación del predio corresponden a una vegetación secundaria derivada de duna costera. De acuerdo a los trabajos de campo se registró una composición florística del área bajo estudio de se registraron 27 familias 44 géneros y 45 especies.

La composición, estructura y diversidad por estratos de la vegetación dentro del predio pretendido para el CUSTF consisten en lo siguiente:

Dentro del **estrato herbáceo** se registró una riqueza específica de 44 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron: *Dactyloctenium aegyptium* (27.54%), *Agave angustifolia* (27.34%) y *Ambrosia hispida* (22.14%). La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo dentro del predio es de 3.7842 y la H' calculada fue de 2.9879, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

En el **estrato arbustivo** se registró una riqueza específica de 9 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron *Caesalpinia vesicaria* (121.07%), *Croton punctatus* (50.33%) y *Pithecellobium keyense* (47.01%). La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del predio es de 2.1972 y la H' calculada fue de 1.6591, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Para el **estrato arbóreo** NO se registró especies en este estrato.

Dentro del área del predio no se observaron ni registraron especies catalogada en la NOM-059-SEMARMAT-2010. Así mismo se registraron cuatro especies endémicas de la región Península de Yucatán como; *Selenicereus grandiflorus*, *Pithecellobium keyense* y *Sideroxylon americanum*.

La vegetación predominante en el sitio del proyecto, presenta características que corresponden con una vegetación secundaria derivada de duna costera, donde se observan áreas impactadas antropogénicamente. Por lo que se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto. Es por esto que, de acuerdo a comparaciones realizadas entre el predio y cuenca indican que el predio es menos diverso, complejo y en recuperación aun todavía.

En el área de influencia directa del proyecto se identifican áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos que permanecen actualmente sin cobertura vegetal que están ocupadas por: los asentamientos humanos, las carreteras y los caminos de terracería.

**FAUNA.** En base a los trabajos de campo se registraron 18 especies pertenecientes a 13 familias de vertebrados. En cuanto a importancia y representatividad por grupos faunísticos se tiene que las aves son las más importantes con 15 especies registradas, seguido de reptiles con 3 especies. Cabe mencionar que debido a la presencia antropogénica de la zona no se registraron especies de mamíferos y por último, debido a que no se encontraron cuerpos de agua en el polígono del proyecto no fue posible registrar individuos del grupo de los anfibios.

Los **Reptiles** registraron una riqueza específica de tres especies con abundancia de 11 individuos. El índice de Shannon-Wiener y Equidad de Pielou indican un valor de 1.0671 y 0.9713 respectivamente.

Para el caso de las **Aves** fueron se registradas una riqueza específica de 15 especies con abundancia de 87 individuos. El índice de Shannon-Wiener y Equidad de Pielou indica un valor de 2.5077 y 0.9260.

Se reporta una especie de fauna Silvestre catalogada bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Mexicana y dos especies endémicas de la Región Península de Yucatán.

**SUELO.** En el área de estudio se observó suelos de tipo Regosol Calcárico, estos regosoles generalmente se presentan en fase lítica, salina y sódica, probablemente por su localización en la angosta franja de terrenos que separa la Ciénega de la tierra firme propiamente dicha.

**AGUA.** No se observaron cuerpos de agua superficial en el área de estudio.

## VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

La remoción de la vegetación secundaria derivada de duna costera en una superficie de 2,342.87 m<sup>2</sup> (0.234287 ha), representa el **38.49 %** de la superficie total del predio bajo estudio, donde ocasiona una modificación al paisaje. La eliminación de la vegetación y de la capa superficial del suelo afecta de manera parcial este predio, pero sus impactos son locales. Esta remoción de vegetación y suelo no pone en riesgo ninguna especie protegida, ni compromete la biodiversidad, no provoca la contaminación del suelo, ni 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. 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 y se provoca su destrucción por los cortes y movimientos de tierra para la nivelación del terreno. 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.

La construcción de este escenario se realiza tomando como base las tendencias esperadas de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (severos o críticos) que generaría el proyecto en este predio.

### VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El proyecto contempla una superficie de 3,744.12 m<sup>2</sup> (0.374412 ha) como áreas de conservación en el cual se podrá llevar a cabo actividades de reforestación, así como la plantación de especies rescatadas en el área de CUSTF, esto representa el (61.51% de la superficie total del predio) que permanecerá con suelo natural y vegetación nativa típica de la duna costera. Estas áreas serán respetadas en cuanto a la flora y fauna silvestre que se encuentren en ellas y su contribución es significativa para mantener a largo plazo la representatividad de las especies de flora y fauna típicas de la región. Por otro lado esta área también protegerá el tipo de suelo presente en la zona de estudio, Regosol calcarico. Esta área es de suma importante; pues permitirá la continuidad en la prestación de servicios ambientales diversos (protección del suelo y formación del mismo, captación de agua en cantidad y calidad, protección de la biodiversidad, protección de terrenos forestales, generación de oxígeno y captura de carbono, etc) en la región.

Antes de llevar a cabo el CUSTF (desmote y despalme) se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies de flora a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de contribuir a su protección y continuidad en la zona del proyecto, así como por su importancia ecológica de la región.

En el momento del CUSTF se recomienda que el desmote se inicie manualmente y posteriormente con la participación de maquinaria pesada. El desmote deberá realizarse conforme al avance del proyecto para permitir a la fauna presente trasladarse hacia los sitios vecinos que aún conservan vegetación natural y a su vez, exposición del suelo a intemperismos que pudieran provocar erosión del mismo. De igual manera para evitar afectar la vegetación en áreas diferentes a las solicitadas para CUSTF se aplicara un Procedimiento de desmote direccionado del arbolado, cuya finalidad es la proteger la integridad de la vegetación de las colindancias.

Se implementara la aplicación de un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos que evitara la contaminación de contaminación del suelo y el agua de la región.

Por otro lado, en relación con la medida de mitigación al impacto que ocasionaría la defecación al aire libre, se deberá instalar 1 sanitario portátil por cada 15 trabajadores desde el inicio de la obra hasta la finalización del CUSTF y la etapa de construcción de las vialidades. Para evitar la defecación al aire libre, todos los trabajadores durante el desmote o remoción de vegetación del proyecto y construcción, deberán utilizar los sanitarios portátiles que se instalarán temporalmente en la obra. Los sanitarios o letrinas portátiles deberán recibir mantenimiento periódicamente por la empresa prestadora del servicio.

Para mitigar el impacto ocasionado por la generación de ruido, la maquinaria que se empleará durante el desarrollo del proyecto deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) para no rebasar los límites permitidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994, para fuentes móviles además de ajustarse al horario permitido por la misma.

La aplicación de los procedimientos y programas citados en los párrafos siguientes evitara daños a la vegetación presente en áreas no solicitadas para el CUSTF y a la fauna silvestre. Así mismo, evitara la contaminación del suelo y el agua de la región. Aunado a lo anterior el proyecto propone la permanencia de áreas de conservación con especies de plantas nativas, fauna y suelos típicos de la región que permitirán llevar a cabo servicios ambientales como la captación del agua, captura de

carbono, liberación de oxígeno, continuidad en la formación y protección de los suelos, y la protección de la biodiversidad misma.

Respetando las restricciones de construcción se garantiza la persistencia de las agrupaciones vegetales representativas del sitio; siempre y cuando se dé cabal cumplimiento a las medidas de mitigación propuestas y a los criterios establecidos en los instrumentos de planeación ambiental vigentes.

#### VIII.4 PRONOSTICO AMBIENTAL

El desplante de este proyecto contempla la remoción de la vegetación para el CUSTF con el propósito de llevar a cabo la Construcción y Operación del proyecto “Residence San Crisanto”, en un predio particular es congruente con el escenario que se tiene considerado en los instrumentos normativos como el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY). Por lo que el proyecto no se contrapone absolutamente a los planes y programas rectores de desarrollo anteriormente planteados.

No se afectara en lo absoluto áreas de importancia biológica como Región Hidrológica Prioritaria, Región Marina Prioritaria, Región Terrestre Prioritaria, Área Natural Protegida, Áreas de Importancia para la protección de las Aves, Corredores Biológicos, por lo tanto el proyecto es totalmente congruente y viable ambientalmente.

Actualmente, en el sistema ambiental de este proyecto existen numerosos asentamientos humanos dispersos y extensas áreas con vegetación secundaria en recuperación, de igual manera en el área de influencia de este proyecto prevalecen condiciones semejantes aunque varían en proporción. De igual manera dentro del 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.

Conforme Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, indica que el proyecto se encuentra inmerso dentro de las UGAS denominadas **1A.-Cordones Litorales**, cuyos usos compatibles son el Turismo alternativo y de playa. De igual forma de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, el proyecto se ubica dentro de la UGA **YOB01-BAR** con política **AP1-R**. Entre las actividades y usos del suelo actual y compatible se destaca la Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles) y el Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos). Por lo que el proyecto pretendido (Construcción y Operación del proyecto “Residence San Crisanto”) cae dentro de la categoría de vivienda multifamiliar, ósea la construcción de departamentos, por lo que el proyecto cumple cabalmente con dichos programas antes mencionados así como con las leyes y reglamentos en materia de desarrollos inmobiliarios del estado.

No obstante a lo anterior, 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 en las áreas verdes asignadas por el proyecto.

Una vez concluida la remoción de la vegetación en una superficie de 2,342.87 m<sup>2</sup> (0.234287 ha), que representa el 38.49% de la superficie total del predio, 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, ni del manto acuífero, por efecto de la generación de residuos sólidos y la defecación al aire libre, ya que se contemplan medidas de prevención aplicables como se señalan en los numerales anteriores.

El proyecto contempla la delimitación de las áreas de conservación las cuales serán respetadas en cuanto a la flora y fauna silvestre que se encuentran en estas, posteriormente en estas áreas serán reubicadas usando técnicas de reforestación las especies nativas producto del rescate de las especies forestales en el área de CUSTF.

## VIII.5 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El programa de manejo ambiental contempla la aplicación independiente de los siguientes Procedimientos y programas aplicables al proyecto:

### PROCEDIMIENTOS APLICABLES AL PROYECTO:

**Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.** Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos que se generen durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) y construcción del proyecto en el área de estudio (Ver **Anexo 5** de este estudio técnico). El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.).

**Procedimiento de manejo de residuos peligrosos.** Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos peligrosos que se generen durante el CUSTF y construcción del proyecto en el área de estudio (Ver **Anexo 5** de este estudio técnico). El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.).

**Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado.** Delimita las áreas de desmonte para el CUSTF y el área de conservación del proyecto, cuya última finalidad es evitar afectar vegetación diferente a la solicitada para CUSTF. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ 8,000.00 (ocho mil pesos 00/100 M.N.).

**Procedimiento de supervisión ambiental.** Este procedimiento la llevara a cabo una empresa y/o técnico supervisor competente en materia ambiental o forestal, que dará seguimiento y garantizará el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental propuestas en los documentos que pretenden regularizar el proyecto en materia ambiental y forestal; así como, de los términos y condicionante que la autoridad competente sujete al proyecto. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.).

### PROGRAMAS APLICABLES AL PROYECTO:

**Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF.** No se encontraron La especies bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010). Pero adicionalmente se afectaran otras especies de importancia ecológica y forestal por motivo del CUSTF por el proyecto.

Por la razón antes mencionada se propone la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF, incluyendo las dos especies antes mencionadas más otras de importancia ecológica en la definición de la estructura de la vegetación forestal a afectar. Con estas prácticas se generan beneficios adicionales al utilizar estos recursos dentro del proyecto, por lo que se recomienda que antes del inicio de obras se ejecute el presente programa. Las especies nativas rescatadas, posteriormente serán reubicadas usando técnicas de reforestación en áreas de claros naturales o con poca vegetación dentro del área de conservación y fuera del área de afectación (Ver **Anexo 6** de este documento técnico).

Los costos estimados para la ejecución de este programa de rescate de flora son de \$ 50,000.00 pesos (cincuenta mil pesos 00/100 M.N.), considerando gastos diversos (viáticos, mano de obra de los 5 jornaleros, un biólogo e ingeniero forestal).

**Programa de acción para la protección de la fauna silvestre.** El reconocimiento de la fauna realizado en el predio y el análisis de los resultados, permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar la protección de la fauna propensa a afectación que es el objetivo fundamental de este programa. La captura de fauna silvestre requiere emplear personal capacitado en la captura y manipulación de fauna silvestre, por lo que el personal que intervenga en esta actividad deberá demostrar que cuenta con la suficiente experiencia de trabajos de este tipo en la zona. Es necesario que los individuos rescatados sean liberados en un lapso no mayor a una semana de su captura y en sitio adecuado con un hábitat similar al que fueron extraídos, de acuerdo a lo que proceda en el “Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 6** de este documento técnico).

Los costos estimados para la ejecución de este programa contemplan la contratación temporal de un grupo de especialistas y una cuadrilla de trabajadores de campo por lo que los costos totales estimados son de \$20,000.00 pesos (quince mil pesos 00/100 M.N.).

**Tabla 7.7.** Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.

CONCEPTO	IMPORTE
Costo del manejo de los residuos sólidos urbanos	\$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.)
Costo del manejo de los residuos peligrosos	\$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.)
Costo de las actividades del desmonte direccionado del arbolado	\$ 8,000.00 (ocho mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de supervisión ambiental	\$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por CUSTF	\$50,000.00 (cincuenta mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de acción para la protección de la fauna silvestre	\$ 20,000.00 pesos (veinte mil pesos 00/100 M.N.).
<b>COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>\$ 168,000.00 (ciento sesenta y ocho mil pesos 00/100 M.N.)</b>

## VIII.6 SEGUIMIENTO Y CONTROL

Para este fin se conformará un equipo de trabajo especializado en conjunto con la ayuda del procedimiento de supervisión ambiental con la finalidad de dar el seguimiento y control de las medidas de mitigación propuestas, cuya función sea en primera instancia asegurar el cumplimiento de las medidas que sean incluidas en los resolutivos de autorización (Ver **Anexo 5** de este documento técnico).

Como parte de su trabajo deberá comprobar el cumplimiento de las medidas y proponer otras nuevas medidas de mitigación o control, en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas. De igual manera, se deberán detectar los impactos no previstos en el estudio y adoptar las medidas de mitigación pertinentes. Con ello, se retroalimentará el programa de manejo ambiental y éste se ajustará con una nueva matriz de planeación. Para hacer más eficiente el seguimiento y control, este equipo deberá auxiliarse del empleo de indicadores, tanto para los impactos, como para las medidas de prevención, mitigación o compensación.



# CAPITULO IX

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



sica

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP



**GCA CONSULTORES**  
proveedora de soluciones



## CONTENIDO

---

<b>IX IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....</b>	<b>1</b>
IX.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	1
IX.2 CARTOGRAFÍA.....	1
IX.3 FOTOGRAFÍAS.....	1
IX.4 VIDEOS.....	1
IX.5 OTROS ANEXOS.....	1

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

### IX.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

- Dos documentos impresos con la los diferentes capítulos que conforma el Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B para el Cambio de Uso del suelo para el proyecto Construcción y Operación del proyecto "Residence San Crisanto".
- Cuatro discos compactos con la información digital del Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B para el Cambio de Uso del suelo para el proyecto Construcción y Operación del proyecto "Residence San Crisanto".
- Construcción y Operación del proyecto "Residence San Crisanto".
- 

### IX.2 CARTOGRAFÍA.

Planos de Ubicación en el **Anexo 1** de este DTU.

Planos de los polígonos de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales que se solicita para cambio de uso del suelo en el **Anexo 2** de este DTU.

Plano de lotificación del conjunto de predios en el **Anexo 2** de este DTU.

Plano de polígono del proyecto en el **Anexo 2**.

Planos de Rescate y Reubicación de flora en el **Anexo 2** de este DTU.

### IX.3 FOTOGRAFÍAS.

Memoria fotográfica en el **Anexo 7** de este DTU.

### IX.4 VIDEOS.

Ninguno.

### IX.5 OTROS ANEXOS.

Documentación legal en el **Anexo 3**.

Responsable de este Estudio Técnico en el **Anexo 4**.

Procedimientos aplicables a la obra en el **Anexo 5** de este DTU.

Programas aplicables a la obra en el **Anexo 6** de este DTU.

Estudio de capacidad de carga en el **Anexo 8** de este DTU.

Información sobre los biodigestores en el **Anexo 9** de este DTU.