



# CAPITULO

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

# I



## ÍNDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. ....	1
I.1    DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	1
I.1.1    Nombre del Proyecto .....	1
I.1.2    Ubicación del Proyecto .....	1
I.1.3    Duración del Proyecto .....	3
I.2    DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....	4
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
I.3    RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. ....	4
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

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

## I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### I.1.1 Nombre del Proyecto

Construcción del centro turístico “Playa Pachanga”.

### I.1.2 Ubicación del Proyecto

El proyecto **Construcción del centro turístico “Playa Pachanga”**, estará ubicado al Norte del Estado de Yucatán, en terrenos de propiedad privada perteneciente al Municipio de Progreso de Castro, específicamente en los predios urbanos marcados con los números 207 y 204 de la calle 9 de la Localidad de Chuburná Puerto (Ver el documento comprobatorio en el **Anexo 3** de este estudio).

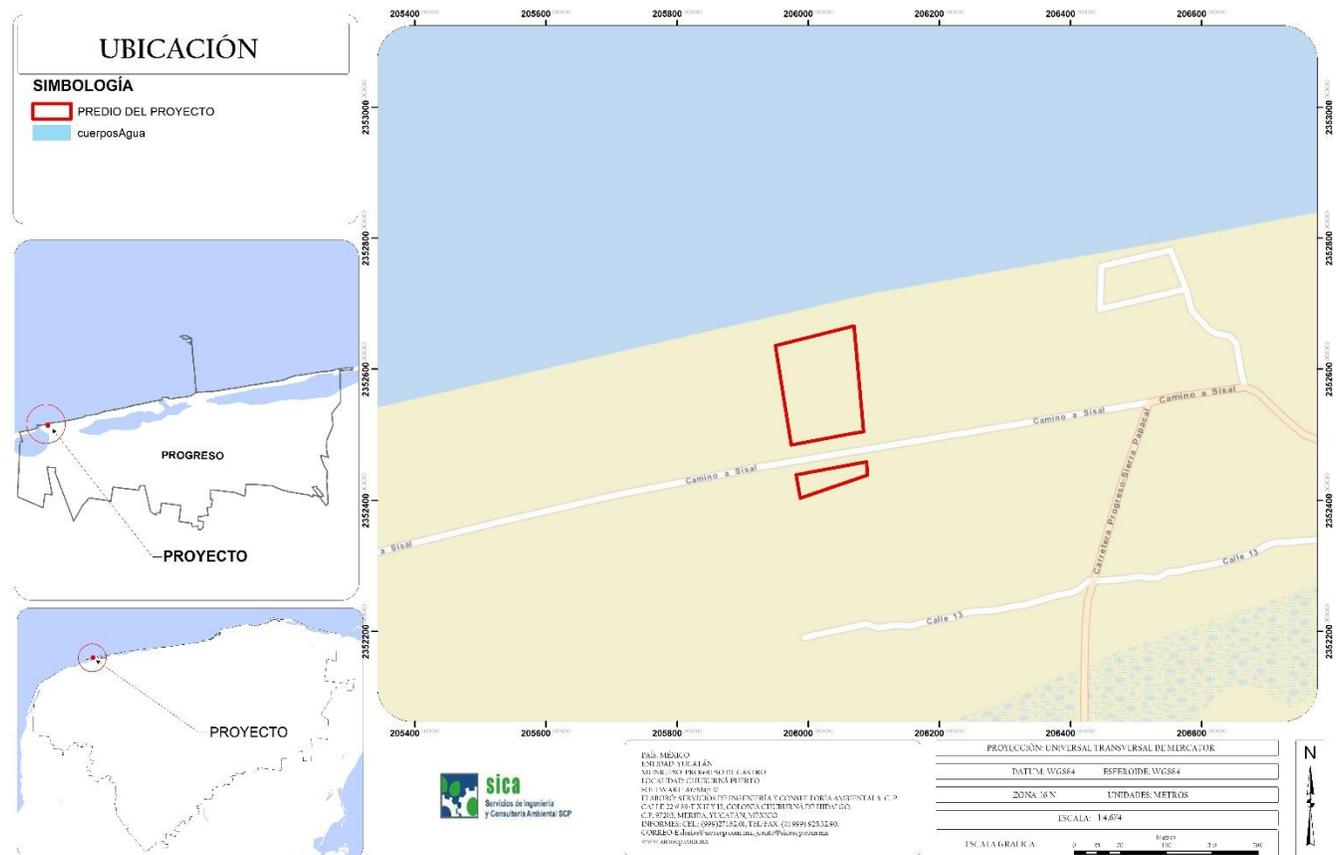


Figura 3.1. Ubicación del proyecto en el que se visualiza el municipio de Umán, y el estado de Yucatán.

El polígono del proyecto bajo estudio tiene una superficie total de 21,522.70 m<sup>2</sup> (2.1523 ha), el cual está conformado por dos polígonos, esta división se debió a que la carretera que va de la localidad de Chuburná Puerto hacia el poblado de Sisal, pasa por este, ocasionando su división. A continuación se presentas las coordenadas UTM (zona 16 Q) delimitantes de dichos polígonos.

**Tabla 3.1.** Coordenadas principales del polígono general en donde se encuentra inmerso el conjunto de predios bajo estudio.

POLÍGONO 1			POLÍGONO 2		
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	205949.7752	2352635.9808	1	205981.2675	2352439.1112
2	206069.6189	2352666.4184	2	206073.1626	2352456.3117
3	206084.2897	2352504.6635	3	206088.4741	2352458.8976
4	206066.1820	2352502.0256	4	206090.2628	2352438.9184
5	205973.7738	2352484.5983	5	205987.7818	2352403.5860
1	205949.7752	2352635.9808	1	205981.2675	2352439.1112

**Superficie Total del Polígono del Proyecto: 21,522.70 m<sup>2</sup> (2.1523 ha),**



**Figura 3.2.** 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 urbanos: marcados con los números 207 y 204 de la calle 9 de la Localidad de Chuburná Puerto, cuyas superficies y representatividad se presentan a continuación:

**Tabla 3.2.** Superficie de los polígonos en donde se realizara el Cambio de Uso de Suelo para el proyecto de la casa de playa.

Polígonos	Numero	Superficie		Porcentaje %
		m <sup>2</sup>	Ha	
1	207	18,485.75	1.8486	95.89%
2	204	3,036.95	0.3037	14.11%
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>		<b>21,522.70 m<sup>2</sup></b>	<b>2.1523</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 3.3.** Conjunto de predios en donde se solicita el Cambio de Uso del Suelo (Ver Anexo 3 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** (desmonte 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

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.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

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.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, es el **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).

Los trabajos de campo, así como el apoyo en la elaboración del estudio 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**).  
**ING. DOMINGO ARIAS ESTRELLA** (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. ALEM RICARDO CANTO RODRÍGUEZ**, (cédula profesional, ver **Anexo 4**).

La empresa SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL S.C.P. (SICA, S.C.P.) 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.

En este estudio se contó con el apoyo en campo y la elaboración del estudio técnico a cargo del personal de la empresa ING TOTAL con:

**ING. CARLOS GABRIEL EK BRICEÑO** (cédula profesional, ver **Anexo 4**).  
**BIOL. GUADALUPE INÉS ALONZO BASTO** (cédula profesional, ver **Anexo 4**).

Ver la Carta Responsiva de los autores del estudio realizado y plasmado en el presente DTU anexo a este estudio.



# CAPITULO

DESCRIPCIÓN  
PROYECTO

DEL

# II



## ÍNDICE

II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	1
II.1	INFORMACIÓN GENERAL.....	1
II.1.1	Naturaleza del Proyecto .....	1
II.1.2	Objetivo del Proyecto .....	2
II.1.3	Ubicación Física del Proyecto .....	2
II.1.4	Urbanización del Área del Proyecto .....	33
II.1.5	Inversión Requerida .....	34
II.2	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	34
II.2.1	Dimensiones del proyecto .....	34
II.2.2	Representación Gráfica Regional.....	36
II.2.3	Representación Gráfica Local .....	37
II.2.4	Preparación del Sitio .....	39
II.2.5	Descripción de Obras y Actividades Provisionales del Proyecto .....	40
II.2.6	Descripción de Obras Asociadas al Proyecto.....	41
II.2.7	Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.....	42
II.2.8	Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.....	51
II.2.9	Operación y Mantenimiento.....	60
II.2.10	Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones .....	60
II.2.11	Programa de Trabajo .....	60
II.2.12	Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera.....	61
II.2.13	Residuos.....	64

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL

#### II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El proyecto consiste en una obra de **Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros** y subsector de **Construcción de un centro turístico y operación de villas** de competencia de la federación, el cual requiere de autorización en materia de impacto ambiental y forestal por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales necesarios a realizar para desarrollar el proyecto.

El presente proyecto se refiere a la preparación del sitio, construcción y operación de un parque de playa donde la principal actividad será la turística, y el cual estará ubicado en la localidad de Chuburná Puerto, el proyecto está comprendido de dos predios, el predio urbano marcado con el número 207 que cuenta con una superficie de 18,485.75 m<sup>2</sup> y el predio urbano número 204 que cuenta con la superficie de 3,036.95 m<sup>2</sup>, en total se realizara el proyecto en un polígono con una superficie de 21,522.70 m<sup>2</sup>, cabe mencionar que el polígono formado por los dos tablajes antes mencionados son atravesados por un carretera existente.

Las villas estarán ubicadas en la costa norte del estado de Yucatán, específicamente en la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso de Castro, estas se encuentran fuera de la línea de costa de 20 m ZOFEMAT y de los 18 m de protección de la primera duna.

El predio cuenta con una superficie de 21,522.70 m<sup>2</sup> (2.15 ha), de los cuales se realizara el cambio de uso del suelo a la superficie de 9,441.24 m<sup>2</sup>, el cual representa el 43.87 % del predio. El centro turístico constaran de un solo nivel, distribuida de la siguiente manera: andenes, estacionamiento, baños, tienda, oficinas administrativas, enfermería, restaurant, alberca, etc.

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) 183. Ria Celestun, esta región abarca al estado de Yucatan y se ubica en las coordenadas geográficas Latitud 19° 53' 24" a 21° 12' 36" N y Longitud 89° 52' 48" a 90° 30' 00" W, con una extensión de 2,113 km<sup>2</sup>, dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) 61. 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 6,342.06 m<sup>2</sup> (0.634206ha) 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 0.944124 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 del centro turístico "Playa Pachanga"**, ubicado en la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso de Castro, estado de Yucatán.
- Realizar el Cambio de Uso de Suelo forestal (remover la vegetación con vocación forestal) de los predios urbanos 207 y 204 pertenecientes a la localidad de Chuburná Puerto, municipio de Progreso de Castro, 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 del centro turístico "Playa Pachanga"**, estará ubicado al Norte del Estado de Yucatán, en terrenos de propiedad privada perteneciente al Municipio de Progreso de Castro, específicamente en los predios urbanos marcados con los números 207 y 204 de la calle 9 de la Localidad de Chuburná Puerto.

El polígono general en donde se encuentra inmerso el conjunto predios bajo estudio tiene una superficie total de 21,522.70 m<sup>2</sup> (2.1523 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.

POLÍGONO 1			POLÍGONO 2		
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	205949.7752	2352635.9808	1	205981.2675	2352439.1112
2	206069.6189	2352666.4184	2	206073.1626	2352456.3117
3	206084.2897	2352504.6635	3	206088.4741	2352458.8976
4	206066.1820	2352502.0256	4	206090.2628	2352438.9184
5	205973.7738	2352484.5983	5	205987.7818	2352403.5860
1	205949.7752	2352635.9808	1	205981.2675	2352439.1112
<b>Superficie Total del Polígono del Proyecto: 21,522.70 m<sup>2</sup> (2.1523 ha)</b>					

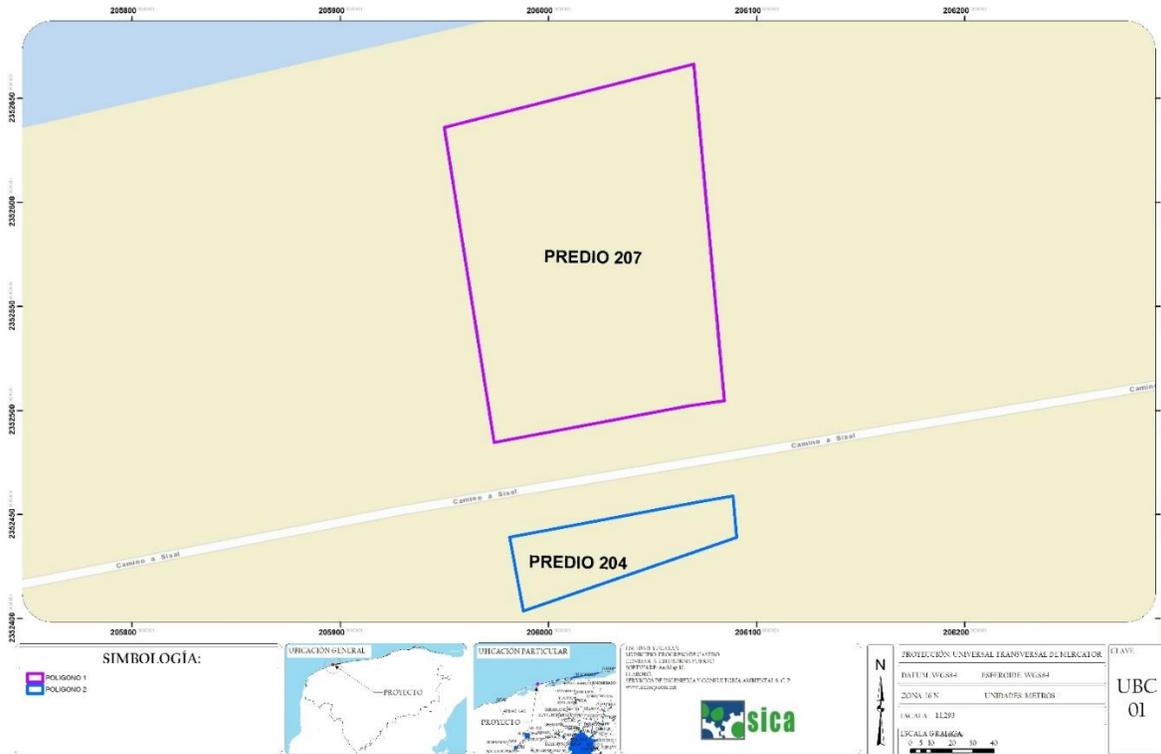


**Figura 2.1.** Polígono general en donde se encuentran inmersos el conjunto de predios bajo estudio.

La poligonal anterior está compuesta por el siguiente conjunto de predios urbanos: 207 y 204, cuyas superficies y representatividad se presentan a continuación:

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

Tablaje	Superficie		Porcentaje %
	m <sup>2</sup>	Ha	
207	18,485.75	1.8486	95.89%
204	3,036.95	0.3037	14.11%
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>21,522.70</b>	<b>2.1523</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 2.2.** Conjunto de predios en donde se solicita el Cambio de Uso del Suelo (Ver Anexo 2 y 3 de este estudio técnico).

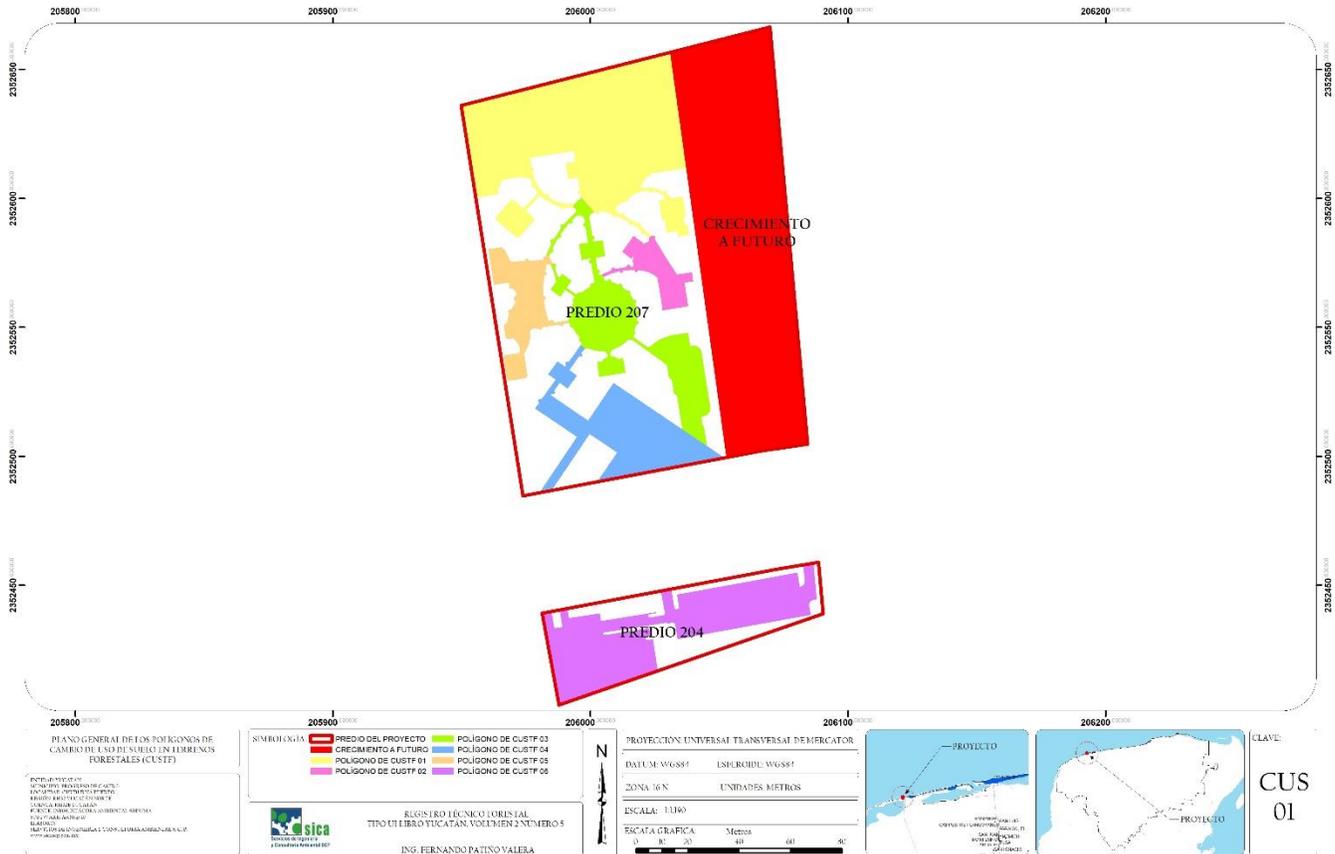
Como ya se mencionó a pesar de que el predio cuenta con 21,522.70 m<sup>2</sup> (2.1523 ha), el proyecto para el trazo del presente proyecto, ocupara únicamente una superficie de 9,295.61m<sup>2</sup> (0.9296 ha), por lo que con base en imágenes de satélite recientes, verificaciones en campo a través 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 **9,441.24 m<sup>2</sup> (0.9441241 ha)** tal como se puede observar a continuación:

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

PREDIO URBANO	SUPERFICIE		POLÍGONO CUSTF	SUPERFICIE CUSTF	
	m <sup>2</sup>	Ha		m <sup>2</sup>	Ha
207	7,177.27	0.717727	01	3,696.95	0.369695
			02	613.05	0.061305
			03	1,363.70	0.136370
			04	347.17	0.034717
			05	1,325.30	0.132530
204	2,118.34	0.211834	06	2,095.07	0.209507
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>9,295.61</b>	<b>0.929561</b>		<b>9441.24</b>	<b>0.944124</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 2.3.** 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.

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 01								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	206035.7054	2352621.6816	256	206018.1121	2352590.2768	511	205977.9309	2352610.8925
2	206037.0830	2352611.7829	257	206018.1968	2352590.2764	512	205977.8729	2352610.8302
3	206036.1890	2352611.6407	258	206018.2804	2352590.2904	513	205977.8051	2352610.7786
4	206033.7232	2352611.2498	259	206018.3604	2352590.3182	514	205977.7296	2352610.7393
5	206033.1145	2352611.1533	260	206018.4346	2352590.3592	515	205977.6598	2352610.7036
6	206032.4890	2352611.0541	261	206018.5008	2352590.4121	516	205977.5964	2352610.6574
7	206023.7248	2352609.6648	262	206018.5687	2352590.4662	517	205977.5411	2352610.6018
8	206023.6403	2352609.6437	263	206018.6450	2352590.5077	518	205977.4951	2352610.5383
9	206023.5607	2352609.6082	264	206018.7274	2352590.5354	519	205977.4596	2352610.4684
10	206023.4884	2352609.5595	265	206018.8132	2352590.5484	520	205977.4355	2352610.3938
11	206023.4257	2352609.4990	266	206018.9001	2352590.5464	521	205977.4233	2352610.3164
12	206023.3745	2352609.4285	267	206018.9853	2352590.5294	522	205977.4234	2352610.2380
13	206023.3363	2352609.3502	268	206019.0662	2352590.4978	523	205977.4358	2352610.1606
14	206023.3123	2352609.2664	269	206019.1405	2352590.4528	524	205978.1214	2352607.9195
15	206023.3032	2352609.1798	270	206019.3306	2352590.3135	525	205979.0720	2352605.7774
16	206023.3092	2352609.0928	271	206019.3953	2352590.2569	526	205980.2736	2352603.7653
17	206023.3153	2352609.0085	272	206019.4494	2352590.1900	527	205981.2804	2352602.5555
18	206023.3071	2352608.9243	273	206019.4912	2352590.1149	528	205982.4144	2352601.4640
19	206023.2848	2352608.8427	274	206019.5195	2352590.0337	529	205982.4774	2352601.4188
20	206023.2491	2352608.7660	275	206019.5335	2352589.9488	530	205982.5466	2352601.3839
21	206023.2010	2352608.6964	276	206019.5328	2352589.8628	531	205982.6204	2352601.3601
22	206023.1418	2352608.6360	277	206019.5173	2352589.7783	532	205982.6969	2352601.3480
23	206022.9235	2352608.4478	278	206019.4876	2352589.6976	533	205982.7744	2352601.3479
24	206022.8573	2352608.3996	279	206019.4582	2352589.6182	534	205982.8510	2352601.3597
25	206022.7841	2352608.3629	280	206019.4426	2352589.5350	535	205982.9249	2352601.3833
26	206022.7059	2352608.3386	281	206019.4413	2352589.4504	536	205982.9942	2352601.4179
27	206022.6248	2352608.3273	282	206019.4543	2352589.3667	537	205983.0573	2352601.4629
28	206022.5430	2352608.3295	283	206019.4812	2352589.2865	538	205983.1255	2352601.5109
29	206022.4626	2352608.3450	284	206019.5213	2352589.2119	539	205983.2006	2352601.5468
30	206022.3858	2352608.3734	285	206019.5733	2352589.1452	540	205983.2807	2352601.5698
31	206022.3076	2352608.4022	286	206019.6359	2352589.0882	541	205983.3635	2352601.5792
32	206022.2258	2352608.4176	287	206023.6017	2352585.5936	542	205983.4467	2352601.5746
33	206022.1425	2352608.4192	288	206023.6654	2352585.5392	543	205983.5280	2352601.5563
34	206022.0601	2352608.4070	289	206023.7373	2352585.4963	544	205983.6052	2352601.5248
35	206021.9809	2352608.3812	290	206022.5766	2352584.6607	545	205983.6760	2352601.4809
36	206021.9071	2352608.3427	291	206021.1151	2352586.1848	546	205983.8589	2352601.3452

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 01								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
37	206021.8407	2352608.2925	292	206021.0373	2352586.1891	547	205983.9219	2352601.2896
38	206021.7835	2352608.2319	293	206020.9599	2352586.1812	548	205983.9748	2352601.2243
39	206021.7372	2352608.1627	294	206020.8846	2352586.1613	549	205984.0160	2352601.1509
40	206021.6563	2352608.0379	295	206020.8134	2352586.1301	550	205984.0443	2352601.0718
41	206019.7125	2352605.0418	296	206020.7478	2352586.0881	551	205984.0589	2352600.9890
42	206019.6694	2352604.9737	297	206020.6761	2352586.0429	552	205984.0594	2352600.9049
43	206019.6378	2352604.8996	298	206020.5977	2352586.0105	553	205984.0459	2352600.8219
44	206019.6186	2352604.8214	299	206020.5150	2352585.9918	554	205984.0186	2352600.7424
45	206019.6121	2352604.7410	300	206020.4304	2352585.9873	555	205983.9927	2352600.6680
46	206019.6187	2352604.6607	301	206020.3462	2352585.9972	556	205983.9788	2352600.5904
47	206019.6380	2352604.5825	302	206020.2649	2352586.0212	557	205983.9772	2352600.5115
48	206019.6697	2352604.5084	303	206020.1888	2352586.0585	558	205983.9881	2352600.4334
49	206019.7128	2352604.4404	304	206020.1201	2352586.1082	559	205984.0110	2352600.3580
50	206019.8313	2352604.3126	305	206019.9514	2352586.2535	560	205984.0456	2352600.2872
51	206019.9701	2352604.2073	306	206019.8921	2352586.3140	561	205984.0909	2352600.2226
52	206020.1251	2352604.1277	307	206019.8439	2352586.3837	562	205984.1457	2352600.1660
53	206020.2915	2352604.0762	308	206019.8081	2352586.4606	563	205984.2088	2352600.1187
54	206020.4643	2352604.0544	309	206019.7859	2352586.5424	564	205986.4190	2352598.9680
55	206020.6383	2352604.0629	310	206019.7777	2352586.6267	565	205988.7913	2352598.2057
56	206022.5526	2352604.1708	311	206019.7840	2352586.7113	566	205989.4826	2352598.1070
57	206024.4598	2352603.9733	312	206019.8044	2352586.7935	567	205991.2581	2352597.8535
58	206026.3113	2352603.4754	313	206019.8384	2352586.8712	568	205993.1499	2352597.9050
59	206028.0603	2352602.6897	314	206019.8722	2352586.9480	569	205993.7490	2352597.9213
60	206028.1351	2352602.6563	315	206019.8926	2352587.0295	570	205993.3035	2352596.3736
61	206028.2144	2352602.6356	316	206019.8991	2352587.1132	571	205991.7075	2352596.3340
62	206028.2960	2352602.6281	317	206019.8915	2352587.1969	572	205990.1153	2352596.4512
63	206028.3777	2352602.6340	318	206019.8700	2352587.2781	573	205990.0332	2352596.4545
64	206028.4574	2352602.6532	319	206019.8353	2352587.3545	574	205989.9515	2352596.4443
65	206028.5328	2352602.6851	320	206018.8769	2352588.0666	575	205989.8727	2352596.4208
66	206028.6021	2352602.7290	321	206016.4767	2352589.8501	576	205989.7988	2352596.3847
67	206028.6632	2352602.7835	322	206016.4011	2352589.8890	577	205989.7318	2352596.3370
68	206028.7212	2352602.8357	323	206016.3200	2352589.9144	578	205989.6735	2352596.2790
69	206028.7867	2352602.8782	324	206016.2358	2352589.9258	579	205989.6255	2352596.2122
70	206028.8579	2352602.9100	325	206016.1509	2352589.9228	580	205989.5891	2352596.1384
71	206028.9333	2352602.9304	326	206016.0677	2352589.9054	581	205989.5511	2352596.0620
72	206029.0109	2352602.9388	327	206015.9887	2352589.8742	582	205989.5006	2352595.9931
73	206029.0888	2352602.9350	328	206015.9161	2352589.8300	583	205989.4392	2352595.9338
74	206029.1652	2352602.9191	329	206015.8520	2352589.7742	584	205989.3685	2352595.8858

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 01								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
75	206029.2382	2352602.8915	330	206015.7874	2352589.7180	585	205989.2908	2352595.8506
76	206029.3061	2352602.8529	331	206015.7142	2352589.6737	586	205989.2081	2352595.8291
77	206029.4828	2352602.7331	332	206015.6344	2352589.6425	587	205989.1231	2352595.8220
78	206029.5502	2352602.6783	333	206015.5506	2352589.6254	588	205989.0380	2352595.8294
79	206029.6071	2352602.6126	334	206015.4650	2352589.6228	589	205988.8068	2352595.8698
80	206029.6518	2352602.5381	335	206015.3802	2352589.6348	590	205988.7314	2352595.8891
81	206029.6829	2352602.4570	336	206015.2988	2352589.6612	591	205988.6599	2352595.9199
82	206029.6995	2352602.3717	337	206015.2230	2352589.7010	592	205988.5941	2352595.9614
83	206029.7011	2352602.2848	338	206015.0310	2352589.8241	593	205988.5355	2352596.0126
84	206029.6876	2352602.1990	339	206014.9656	2352589.8740	594	205988.4855	2352596.0723
85	206029.6595	2352602.1168	340	206014.9093	2352589.9340	595	205988.4455	2352596.1390
86	206029.6326	2352602.0395	341	206014.8636	2352590.0024	596	205988.4162	2352596.2111
87	206029.6187	2352601.9588	342	206014.8298	2352590.0774	597	205988.3985	2352596.2869
88	206029.6181	2352601.8770	343	206014.8086	2352590.1569	598	205988.3928	2352596.3646
89	206029.6309	2352601.7962	344	206014.8008	2352590.2388	599	205988.3864	2352596.4468
90	206029.6567	2352601.7185	345	206014.8066	2352590.3208	600	205988.3665	2352596.5269
91	206029.6948	2352601.6461	346	206014.8257	2352590.4009	601	205988.3338	2352596.6026
92	206029.7443	2352601.5808	347	206014.8453	2352590.4842	602	205988.2890	2352596.6719
93	206029.8037	2352601.5245	348	206014.8504	2352590.5696	603	205988.2335	2352596.7328
94	206031.0996	2352600.3172	349	206014.8409	2352590.6547	604	205988.1687	2352596.7839
95	206031.2199	2352600.2068	350	206014.8170	2352590.7369	605	205988.0964	2352596.8235
96	206031.3567	2352600.1175	351	206014.7794	2352590.8138	606	205988.0185	2352596.8508
97	206031.5061	2352600.0517	352	206014.7293	2352590.8831	607	205985.9528	2352597.5674
98	206031.6643	2352600.0111	353	206014.6681	2352590.9429	608	205985.5689	2352597.7006
99	206031.8270	2352599.9967	354	206014.5975	2352590.9914	609	205983.2856	2352598.9292
100	206031.9898	2352600.0090	355	206010.2696	2352593.0953	610	205981.2268	2352600.5052
101	206035.8431	2352600.6199	356	206010.1952	2352593.1192	611	205981.0909	2352600.6081
102	206036.1563	2352598.6446	357	206010.1179	2352593.1312	612	205980.9395	2352600.6864
103	206037.0722	2352592.8667	358	206010.0396	2352593.1309	613	205980.7770	2352600.7378
104	206036.0352	2352592.7023	359	206009.9624	2352593.1185	614	205980.6081	2352600.7609
105	206036.4814	2352589.8875	360	206009.8881	2352593.0942	615	205980.4377	2352600.7550
106	206037.5185	2352590.0519	361	206009.8184	2352593.0586	616	205980.2708	2352600.7202
107	206038.1761	2352585.9037	362	206009.7552	2352593.0125	617	205980.1123	2352600.6576
108	206034.0279	2352585.2460	363	206009.6999	2352592.9572	618	205979.9667	2352600.5690
109	206033.7069	2352587.2708	364	206009.6540	2352592.8939	619	205979.8382	2352600.4569
110	206029.6081	2352586.6210	365	206009.6079	2352592.8305	620	205975.5035	2352595.9681
111	206028.8252	2352591.5593	366	206009.5526	2352592.7751	621	205975.4094	2352595.8425
112	206027.7882	2352591.3949	367	206009.4892	2352592.7290	622	205975.3362	2352595.7037

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 01								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
113	206026.5591	2352599.1481	368	206009.4194	2352592.6934	623	205975.2855	2352595.5552
114	206027.8512	2352599.3529	369	206009.3450	2352592.6691	624	205975.2588	2352595.4006
115	206028.0174	2352599.3941	370	206009.2676	2352592.6568	625	205975.2565	2352595.2437
116	206028.1741	2352599.4631	371	206009.1893	2352592.6566	626	205975.2789	2352595.0883
117	206028.3168	2352599.5577	372	206009.1119	2352592.6688	627	205975.3252	2352594.9384
118	206028.4413	2352599.6754	373	206009.0374	2352592.6928	628	205975.3944	2352594.7976
119	206028.5438	2352599.8125	374	206008.8524	2352592.7689	629	205975.4848	2352594.6693
120	206028.6215	2352599.9651	375	206008.7778	2352592.8072	630	205975.5942	2352594.5568
121	206028.6719	2352600.1287	376	206008.7107	2352592.8574	631	205977.7957	2352592.6212
122	206028.6937	2352600.2986	377	206008.6529	2352592.9181	632	205977.9161	2352592.4951
123	206028.6863	2352600.4696	378	206008.6061	2352592.9877	633	205978.0127	2352592.3501
124	206028.6497	2352600.6369	379	206008.5715	2352593.0640	634	205978.0827	2352592.1905
125	206028.5852	2352600.7955	380	206008.5502	2352593.1451	635	205978.1239	2352592.0211
126	206028.4945	2352600.9408	381	206008.5427	2352593.2286	636	205978.1351	2352591.8471
127	206028.3804	2352601.0684	382	206008.5493	2352593.3121	637	205978.1159	2352591.6739
128	206028.2462	2352601.1747	383	206008.5559	2352593.3897	638	205978.0669	2352591.5066
129	206027.0726	2352601.8495	384	206008.5503	2352593.4674	639	205977.9897	2352591.3504
130	206025.8242	2352602.3730	385	206008.5328	2352593.5432	640	205977.8864	2352591.2099
131	206024.5204	2352602.7370	386	206008.5036	2352593.6155	641	205972.4292	2352585.0029
132	206024.4414	2352602.7474	387	206008.4637	2352593.6823	642	205972.3189	2352584.8954
133	206024.3617	2352602.7450	388	206008.4138	2352593.7421	643	205972.1933	2352584.8061
134	206024.2835	2352602.7301	389	206008.3552	2352593.7934	644	205972.0555	2352584.7372
135	206024.2086	2352602.7028	390	206008.2894	2352593.8350	645	205971.9088	2352584.6902
136	206024.1389	2352602.6641	391	206008.2180	2352593.8659	646	205971.7566	2352584.6663
137	206024.0764	2352602.6148	392	206005.1661	2352594.7475	647	205971.6025	2352584.6661
138	206024.0224	2352602.5561	393	206004.6842	2352594.8867	648	205971.4502	2352584.6896
139	206023.9785	2352602.4896	394	206004.3936	2352594.9331	649	205971.3034	2352584.7361
140	206023.9456	2352602.4170	395	206004.0994	2352594.9365	650	205963.5160	2352591.5080
141	206023.9110	2352602.3412	396	206003.8079	2352594.8966	651	205963.4047	2352591.6202
142	206023.8642	2352602.2721	397	206003.6227	2352594.8579	652	205963.3125	2352591.7485
143	206023.8066	2352602.2118	398	206003.5417	2352594.8340	653	205963.2417	2352591.8897
144	206023.7398	2352602.1619	399	206003.4659	2352594.7968	654	205963.1939	2352592.0403
145	206023.6656	2352602.1238	400	206003.3974	2352594.7474	655	205963.1705	2352592.1966
146	206023.5861	2352602.0985	401	206003.3383	2352594.6872	656	205963.1720	2352592.3546
147	206023.5035	2352602.0869	402	206003.2901	2352594.6179	657	205963.1984	2352592.5104
148	206023.4202	2352602.0891	403	206003.2542	2352594.5415	658	205963.2489	2352592.6601
149	206023.1913	2352602.1144	404	206003.2317	2352594.4601	659	205963.3225	2352592.7999
150	206023.1102	2352602.1302	405	206003.2233	2352594.3761	660	205963.4171	2352592.9264

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 01								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
151	206023.0327	2352602.1592	406	206003.2160	2352594.2989	661	205968.8743	2352599.1334
152	206022.9612	2352602.2006	407	206003.1969	2352594.2237	662	205968.9868	2352599.2428
153	206022.8974	2352602.2532	408	206003.1664	2352594.1524	663	205969.1151	2352599.3332
154	206022.8431	2352602.3155	409	206003.1252	2352594.0867	664	205969.2559	2352599.4024
155	206022.7999	2352602.3860	410	206003.0744	2352594.0281	665	205969.4058	2352599.4487
156	206022.7689	2352602.4626	411	206003.0151	2352593.9781	666	205969.5612	2352599.4711
157	206022.7509	2352602.5433	412	206002.9488	2352593.9379	667	205969.7181	2352599.4688
158	206022.7338	2352602.6211	413	206002.8771	2352593.9084	668	205969.8727	2352599.4420
159	206022.7046	2352602.6951	414	206002.8016	2352593.8903	669	205970.0212	2352599.3914
160	206022.6640	2352602.7636	415	206002.5852	2352593.8560	670	205970.1600	2352599.3182
161	206022.6131	2352602.8248	416	206002.4996	2352593.8499	671	205970.2856	2352599.2241
162	206022.5531	2352602.8771	417	206002.4142	2352593.8585	672	205973.1891	2352596.6713
163	206022.4855	2352602.9193	418	206002.3315	2352593.8816	673	205973.3252	2352596.5708
164	206022.4121	2352602.9501	419	206002.2540	2352593.9185	674	205973.4762	2352596.4946
165	206022.3348	2352602.9690	420	206002.1840	2352593.9681	675	205973.6379	2352596.4450
166	206022.2554	2352602.9753	421	206002.1235	2352594.0289	676	205973.8056	2352596.4233
167	206020.5099	2352602.8335	422	206002.0742	2352594.0992	677	205973.9746	2352596.4302
168	206018.8100	2352602.4130	423	206002.0378	2352594.1769	678	205974.1400	2352596.4655
169	206017.1997	2352601.7247	424	206002.0007	2352594.2556	679	205974.2971	2352596.5281
170	206015.7211	2352600.7863	425	206001.9506	2352594.3266	680	205974.4414	2352596.6164
171	206014.7101	2352599.9612	426	206001.8889	2352594.3879	681	205974.5688	2352596.7277
172	206014.6483	2352599.9043	427	206001.8176	2352594.4376	682	205979.0973	2352601.4171
173	206014.5969	2352599.8378	428	206001.7387	2352594.4742	683	205979.2059	2352601.5510
174	206014.5573	2352599.7637	429	206001.6547	2352594.4965	684	205979.2900	2352601.7015
175	206014.5308	2352599.6840	430	206001.5681	2352594.5040	685	205979.3469	2352601.8642
176	206014.5179	2352599.6009	431	205996.2390	2352600.4413	686	205979.3750	2352602.0343
177	206014.5192	2352599.5169	432	205996.1223	2352601.3223	687	205979.3735	2352602.2067
178	206014.5345	2352599.4343	433	205996.1018	2352601.4052	688	205979.3424	2352602.3762
179	206014.5634	2352599.3554	434	205996.0674	2352601.4835	689	205979.2826	2352602.5379
180	206014.5930	2352599.2740	435	205996.0202	2352601.5548	690	205979.1960	2352602.6870
181	206014.6081	2352599.1888	436	205995.9615	2352601.6170	691	205978.2172	2352604.2164
182	206014.6082	2352599.1022	437	205995.8931	2352601.6682	692	205978.1695	2352604.2848
183	206014.5935	2352599.0169	438	205995.8170	2352601.7071	693	205978.1111	2352604.3443
184	206014.5642	2352598.9354	439	205995.7353	2352601.7324	694	205978.0436	2352604.3932
185	206014.5213	2352598.8602	440	205995.6506	2352601.7435	695	205977.9689	2352604.4303
186	206014.4661	2352598.7935	441	205995.5658	2352601.7546	696	205977.8891	2352604.4545
187	206014.4002	2352598.7374	442	205995.4842	2352601.7799	697	205977.8064	2352604.4650
188	206014.2233	2352598.6112	443	205995.4080	2352601.8188	698	205977.7231	2352604.4616

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 01								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
189	206014.1488	2352598.5674	444	205995.3396	2352601.8700	699	205977.6415	2352604.4445
190	206014.0679	2352598.5369	445	205995.2810	2352601.9322	700	205977.5569	2352604.4270
191	206013.9830	2352598.5209	446	205995.2337	2352602.0035	701	205977.4706	2352604.4243
192	206013.8966	2352598.5197	447	205995.1994	2352602.0817	702	205977.3851	2352604.4365
193	206013.8113	2352598.5334	448	205995.1788	2352602.1647	703	205977.3029	2352604.4632
194	206013.7296	2352598.5617	449	205995.1443	2352602.3822	704	205977.2266	2352604.5037
195	206013.6540	2352598.6035	450	205995.1382	2352602.4675	705	205977.1584	2352604.5567
196	206013.5867	2352598.6578	451	205995.1467	2352602.5525	706	205977.1004	2352604.6206
197	206013.5215	2352598.7106	452	205995.1696	2352602.6349	707	205977.0542	2352604.6936
198	206013.4483	2352598.7519	453	205995.2061	2352602.7122	708	205976.9548	2352604.8855
199	206013.3692	2352598.7802	454	205995.2553	2352602.7821	709	205976.9217	2352604.9658
200	206013.2865	2352598.7950	455	205995.3157	2352602.8426	710	205976.9030	2352605.0506
201	206013.2025	2352598.7957	456	205995.3855	2352602.8920	711	205976.8992	2352605.1373
202	206013.1196	2352598.7823	457	205995.4627	2352602.9287	712	205976.9106	2352605.2234
203	206013.0400	2352598.7552	458	205995.5399	2352602.9654	713	205976.9366	2352605.3062
204	206012.9662	2352598.7152	459	205995.6097	2352603.0148	714	205976.9766	2352605.3833
205	206011.0761	2352597.5833	460	205995.6701	2352603.0753	715	205977.0293	2352605.4523
206	206010.7891	2352597.3933	461	205995.7192	2352603.1452	716	205977.0931	2352605.5111
207	206010.5389	2352597.1569	462	205995.7558	2352603.2225	717	205977.1547	2352605.5675
208	206010.3330	2352596.8812	463	205995.7787	2352603.3049	718	205977.2060	2352605.6333
209	206010.1774	2352596.5742	464	205995.7872	2352603.3899	719	205977.2457	2352605.7067
210	206010.0767	2352596.2451	465	205995.7810	2352603.4752	720	205977.2726	2352605.7856
211	206010.0339	2352595.9036	466	205995.0588	2352608.0308	721	205977.2860	2352605.8680
212	206010.0504	2352595.5598	467	205994.7625	2352607.9839	722	205977.2855	2352605.9514
213	206010.1255	2352595.2239	468	205991.6799	2352607.4952	723	205977.2712	2352606.0336
214	206010.2571	2352594.9059	469	205991.4045	2352607.4515	724	205977.2433	2352606.1123
215	206010.4413	2352594.6151	470	205990.4337	2352613.5751	725	205976.7755	2352607.2372
216	206010.6726	2352594.3603	471	205990.7124	2352613.6192	726	205976.7118	2352607.3726
217	206010.9442	2352594.1488	472	205993.7918	2352614.1074	727	205976.6286	2352607.4970
218	206011.2480	2352593.9871	473	205994.0881	2352614.1544	728	205976.5277	2352607.6076
219	206011.5435	2352593.8596	474	205993.4915	2352617.9177	729	205976.4115	2352607.7019
220	206011.6235	2352593.8325	475	205993.4704	2352618.0022	730	205976.2825	2352607.7778
221	206011.7068	2352593.8192	476	205993.4349	2352618.0818	731	205976.1437	2352607.8336
222	206011.7913	2352593.8202	477	205993.3862	2352618.1541	732	205975.9980	2352607.8680
223	206011.8743	2352593.8353	478	205993.3256	2352618.2168	733	205974.3280	2352607.9954
224	206011.9536	2352593.8642	479	205993.2551	2352618.2680	734	205972.5632	2352608.1300
225	206012.0270	2352593.9061	480	205993.1768	2352618.3062	735	205969.1312	2352607.8330
226	206012.0922	2352593.9596	481	205993.0930	2352618.3302	736	205965.7925	2352606.9849

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 01								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
227	206012.1475	2352594.0234	482	205993.0063	2352618.3393	737	205965.6520	2352606.9244
228	206012.2041	2352594.0884	483	205992.9194	2352618.3332	738	205965.5224	2352606.8432
229	206012.2709	2352594.1427	484	205977.4416	2352615.8795	739	205965.4067	2352606.7432
230	206012.3461	2352594.1848	485	205976.5527	2352615.7386	740	205965.3076	2352606.6268
231	206012.4274	2352594.2133	486	205976.8146	2352614.0865	741	205965.2274	2352606.4966
232	206012.5123	2352594.2274	487	205976.9555	2352613.1976	742	205965.1680	2352606.3556
233	206012.5984	2352594.2268	488	205977.0408	2352612.3635	743	205965.1308	2352606.2073
234	206012.6832	2352594.2114	489	205977.0561	2352612.2867	744	205965.1166	2352606.0550
235	206012.7640	2352594.1816	490	205977.0831	2352612.2133	745	205965.1035	2352605.2430
236	206012.9614	2352594.0890	491	205977.1213	2352612.1450	746	205965.0972	2352605.1791
237	206013.0360	2352594.0458	492	205977.1697	2352612.0835	747	205965.0875	2352605.0804
238	206013.1020	2352593.9905	493	205977.2271	2352612.0303	748	205965.0452	2352604.9226
239	206013.1576	2352593.9246	494	205977.2921	2352611.9867	749	205964.9778	2352604.7737
240	206013.2010	2352593.8501	495	205977.3631	2352611.9538	750	205964.8871	2352604.6378
241	206013.2310	2352593.7693	496	205977.4384	2352611.9323	751	205964.3086	2352603.9085
242	206013.2467	2352593.6846	497	205977.5161	2352611.9229	752	205964.0281	2352603.5547
243	206013.2475	2352593.5984	498	205977.5991	2352611.9124	753	205964.3012	2352601.8319
244	206013.2336	2352593.5133	499	205977.6791	2352611.8882	754	205963.3617	2352601.4820
245	206013.2198	2352593.4300	500	205977.7541	2352611.8509	755	205963.3448	2352601.4778
246	206013.2202	2352593.3456	501	205977.8217	2352611.8017	756	205958.7381	2352600.7477
247	206013.2349	2352593.2624	502	205977.8802	2352611.7420	757	205955.4430	2352600.2286
248	206013.2633	2352593.1829	503	205977.9279	2352611.6733	758	205954.0161	2352609.2289
249	206013.3046	2352593.1093	504	205977.9635	2352611.5976	759	205952.9559	2352615.9168
250	206013.3578	2352593.0437	505	205977.9860	2352611.5170	760	205949.7752	2352635.9808
251	206013.4213	2352592.9880	506	205978.0284	2352611.2945	761	205950.5197	2352636.1699
252	206013.4932	2352592.9438	507	205978.0372	2352611.2098	762	206001.9797	2352649.2395
253	206017.8750	2352590.3616	508	205978.0315	2352611.1248	763	206030.8497	2352656.5719
254	206017.9489	2352590.3200	509	205978.0114	2352611.0420	764	206035.3583	2352624.1756
255	206018.0286	2352590.2914	510	205977.9775	2352610.9638	1	206035.7054	2352621.6816
<b>SUPERFICIE 3,696.95 m<sup>2</sup></b>								

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

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 02								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	206024.7766	2352585.4963	79	206012.6160	2352571.6954	157	206014.1365	2352573.7320
2	206024.8402	2352585.4407	80	206012.6071	2352571.6182	158	206014.1543	2352573.8136

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 02								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
3	206024.9907	2352585.2849	81	206012.5969	2352571.5345	159	206014.1732	2352573.8983
4	206025.0452	2352585.2176	82	206012.5727	2352571.4538	160	206014.2064	2352573.9785
5	206025.0873	2352585.1419	83	206012.5354	2352571.3782	161	206014.2530	2352574.0518
6	206025.1158	2352585.0600	84	206012.4859	2352571.3100	162	206014.3115	2352574.1158
7	206025.1296	2352584.9745	85	206012.4256	2352571.2511	163	206014.3802	2352574.1688
8	206025.1285	2352584.8879	86	206012.3563	2352571.2031	164	206014.4571	2352574.2091
9	206025.1125	2352584.8028	87	206012.2799	2352571.1675	165	206014.5398	2352574.2355
10	206025.0820	2352584.7217	88	206012.1986	2352571.1452	166	206014.6257	2352574.2473
11	206025.0380	2352584.6471	89	206011.9789	2352571.1044	167	206014.8417	2352574.2578
12	206024.9951	2352584.5749	90	206011.8948	2352571.0961	168	206014.9274	2352574.2546
13	206024.9649	2352584.4965	91	206011.8105	2352571.1020	169	206015.0112	2352574.2368
14	206024.9483	2352584.4142	92	206011.7284	2352571.1221	170	206015.0908	2352574.2050
15	206024.9456	2352584.3303	93	206011.6508	2352571.1557	171	206015.1637	2352574.1600
16	206024.9570	2352584.2472	94	206011.5801	2352571.2019	172	206015.2279	2352574.1033
17	206024.9822	2352584.1671	95	206011.5181	2352571.2594	173	206015.2815	2352574.0364
18	206025.0205	2352584.0923	96	206011.4667	2352571.3265	174	206015.3229	2352573.9614
19	206025.0706	2352584.0250	97	206011.4273	2352571.4012	175	206015.3509	2352573.8804
20	206029.2061	2352577.1837	98	206011.3915	2352571.4702	176	206015.3779	2352573.8014
21	206033.5733	2352570.4879	99	206011.3455	2352571.5329	177	206015.4177	2352573.7281
22	206039.3209	2352571.3990	100	206011.2904	2352571.5876	178	206015.4692	2352573.6624
23	206039.8845	2352567.8434	101	206011.2274	2352571.6331	179	206015.5309	2352573.6061
24	206036.4277	2352567.2954	102	206011.1582	2352571.6684	180	206015.6011	2352573.5609
25	206036.5843	2352566.3077	103	206011.0843	2352571.6924	181	206015.6778	2352573.5281
26	206037.2889	2352561.8632	104	206011.0076	2352571.7048	182	206015.7589	2352573.5084
27	206037.8760	2352558.1595	105	206010.9299	2352571.7051	183	206015.8422	2352573.5025
28	206027.9994	2352556.5938	106	206010.8531	2352571.6934	184	206016.1585	2352573.5046
29	206027.4122	2352560.2975	107	206008.0884	2352570.8645	185	206016.2396	2352573.5112
30	206026.7076	2352564.7420	108	206005.4472	2352569.7008	186	206016.3185	2352573.5308
31	206025.9874	2352569.2853	109	206005.3387	2352569.5684	187	206016.3931	2352573.5630
32	206024.4218	2352570.4240	110	206005.2544	2352569.4194	188	206016.4616	2352573.6068
33	206022.6920	2352571.2934	111	206004.2870	2352570.4126	189	206016.5220	2352573.6612
34	206020.8441	2352571.8704	112	206004.5242	2352570.5191	190	206016.5728	2352573.7246
35	206018.9270	2352572.1398	113	206004.7402	2352570.6640	191	206016.6127	2352573.7955
36	206018.8636	2352572.1433	114	206004.8209	2352570.7223	192	206016.6406	2352573.8718
37	206018.7843	2352572.1363	115	206004.9070	2352570.7724	193	206016.6557	2352573.9517
38	206018.7072	2352572.1169	116	206007.8617	2352572.0590	194	206016.6577	2352574.0329
39	206018.6341	2352572.0854	117	206007.9379	2352572.0939	195	206016.6465	2352574.1135
40	206018.5669	2352572.0427	118	206008.0072	2352572.1409	196	206016.4820	2352575.2610

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 02								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
41	206018.5074	2352571.9900	119	206008.0677	2352572.1989	197	206016.4957	2352576.4201
42	206018.4570	2352571.9284	120	206008.1176	2352572.2661	198	206016.6874	2352577.5634
43	206018.4169	2352571.8597	121	206008.1556	2352572.3408	199	206015.9583	2352576.5595
44	206018.3883	2352571.7854	122	206008.1806	2352572.4207	200	206015.3000	2352577.0376
45	206018.3577	2352571.7070	123	206008.1920	2352572.5037	201	206012.2364	2352579.2628
46	206018.3143	2352571.6349	124	206008.1893	2352572.5875	202	206012.3099	2352579.3639
47	206018.2595	2352571.5710	125	206008.1867	2352572.6740	203	206014.7709	2352582.7523
48	206018.1947	2352571.5172	126	206008.1992	2352572.7597	204	206016.7027	2352585.4119
49	206018.1218	2352571.4751	127	206008.2262	2352572.8420	205	206020.4246	2352582.7086
50	206018.0429	2352571.4458	128	206008.2670	2352572.9184	206	206020.0063	2352582.1328
51	206017.9602	2352571.4302	129	206008.3204	2352572.9866	207	206021.0110	2352582.6588
52	206017.8761	2352571.4286	130	206008.3848	2352573.0445	208	206022.0834	2352583.0277
53	206017.6545	2352571.4432	131	206008.4582	2352573.0905	209	206022.2437	2352583.0846
54	206017.5706	2352571.4560	132	206008.5384	2352573.1231	210	206022.3920	2352583.1678
55	206017.4900	2352571.4827	133	206008.7456	2352573.1870	211	206022.5241	2352583.2749
56	206017.4151	2352571.5228	134	206008.8299	2352573.2053	212	206022.6361	2352583.4029
57	206017.3480	2352571.5749	135	206008.9162	2352573.2087	213	206022.7248	2352583.5480
58	206017.2908	2352571.6377	136	206009.0018	2352573.1973	214	206022.7876	2352583.7060
59	206017.2450	2352571.7092	137	206009.0841	2352573.1713	215	206022.8228	2352583.8724
60	206017.2119	2352571.7874	138	206009.1607	2352573.1316	216	206022.8292	2352584.0423
61	206017.1926	2352571.8702	139	206009.2294	2352573.0792	217	206022.8068	2352584.2109
62	206017.1754	2352571.9461	140	206009.2880	2352573.0158	218	206022.7561	2352584.3733
63	206017.1467	2352572.0184	141	206009.3349	2352572.9433	219	206022.6786	2352584.5247
64	206017.1071	2352572.0854	142	206009.3801	2352572.8729	220	206022.5766	2352584.6607
65	206017.0575	2352572.1455	143	206009.4365	2352572.8110	221	206023.7373	2352585.4963
66	206016.9992	2352572.1971	144	206009.5024	2352572.7593	222	206023.8153	2352585.4659
67	206016.9336	2352572.2391	145	206009.5760	2352572.7194	223	206023.8973	2352585.4490
68	206016.8623	2352572.2703	146	206009.6553	2352572.6924	224	206023.9810	2352585.4459
69	206016.7871	2352572.2902	147	206009.7379	2352572.6789	225	206024.0640	2352585.4569
70	206016.7096	2352572.2981	148	206009.8217	2352572.6794	226	206024.1440	2352585.4816
71	206013.0399	2352572.0952	149	206009.9042	2352572.6939	227	206024.2188	2352585.5194
72	206012.9640	2352572.0788	150	206013.7086	2352573.3819	228	206024.2943	2352585.5573
73	206012.8915	2352572.0509	151	206013.7908	2352573.3972	229	206024.3751	2352585.5821
74	206012.8242	2352572.0122	152	206013.8693	2352573.4259	230	206024.4589	2352585.5929
75	206012.7637	2352571.9634	153	206013.9419	2352573.4673	231	206024.5433	2352585.5894
76	206012.7115	2352571.9059	154	206014.0066	2352573.5203	232	206024.6260	2352585.5717
77	206012.6688	2352571.8410	155	206014.0615	2352573.5832	233	206024.7045	2352585.5404
78	206012.6367	2352571.7702	156	206014.1052	2352573.6545	1	206024.7766	2352585.4963

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 02								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
SUPERFICIE 613.05 m <sup>2</sup>								

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

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	205999.8482	2352593.5212	378	206038.3910	2352544.1639	755	205995.6148	2352563.6114
2	205999.6991	2352593.2101	379	206038.5163	2352543.3738	756	205995.6961	2352563.6156
3	205999.6056	2352592.8781	380	206038.6279	2352542.6693	757	205995.7770	2352563.6066
4	205999.5705	2352592.5349	381	206039.6156	2352542.8258	758	205995.8554	2352563.5846
5	205999.5949	2352592.1908	382	206040.1373	2352542.8624	759	205995.9292	2352563.5501
6	206000.6152	2352585.7551	383	206040.6573	2352542.8078	760	205995.9964	2352563.5041
7	206000.6357	2352585.6722	384	206041.1600	2352542.6637	761	205996.0604	2352563.4600
8	206000.6701	2352585.5939	385	206041.6301	2352542.4346	762	205996.1304	2352563.4263
9	206000.7173	2352585.5226	386	206042.0532	2352542.1273	763	205996.2048	2352563.4039
10	206000.7760	2352585.4605	387	206042.4165	2352541.7511	764	205996.2818	2352563.3932
11	206000.8444	2352585.4092	388	206042.7090	2352541.3176	765	205996.3595	2352563.3947
12	206000.9205	2352585.3703	389	206042.9218	2352540.8399	766	205996.4360	2352563.4081
13	206001.0022	2352585.3450	390	206043.0483	2352540.3326	767	205996.5095	2352563.4333
14	206001.0869	2352585.3339	391	206046.4325	2352518.9855	768	205996.5783	2352563.4695
15	206001.1717	2352585.3229	392	206046.4690	2352518.4639	769	205996.6406	2352563.5159
16	206001.2533	2352585.2975	393	206046.4144	2352517.9438	770	205998.0868	2352564.6050
17	206001.3295	2352585.2586	394	206046.2704	2352517.4411	771	205999.6760	2352565.4723
18	206001.3979	2352585.2074	395	206046.0412	2352516.9710	772	205999.7478	2352565.5123
19	206001.4566	2352585.1452	396	206045.7339	2352516.5479	773	205999.8121	2352565.5636
20	206001.5038	2352585.0739	397	206045.3578	2352516.1846	774	205999.8671	2352565.6248
21	206001.5382	2352584.9957	398	206044.9243	2352515.8921	775	205999.9113	2352565.6942
22	206001.5587	2352584.9127	399	206044.4466	2352515.6794	776	205999.9436	2352565.7698
23	206001.5932	2352584.6952	400	206043.9392	2352515.5528	777	205999.9630	2352565.8498
24	206001.5993	2352584.6099	401	206042.9515	2352515.3962	778	205999.9691	2352565.9318
25	206001.5908	2352584.5249	402	206043.5646	2352511.5291	779	205999.9616	2352566.0137
26	206001.5679	2352584.4425	403	206043.9596	2352511.5917	780	205999.9408	2352566.0933
27	206001.5314	2352584.3652	404	206045.1634	2352503.9982	781	205999.9198	2352566.1740
28	206001.4822	2352584.2953	405	206035.6402	2352510.4217	782	205999.9125	2352566.2571
29	206001.4218	2352584.2348	406	206033.5610	2352523.5372	783	205999.9191	2352566.3402
30	206001.3520	2352584.1855	407	206033.5427	2352523.6135	784	205999.9394	2352566.4211
31	206001.2748	2352584.1487	408	206033.5127	2352523.6860	785	205999.9729	2352566.4974

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
32	206001.1976	2352584.1120	409	206033.4717	2352523.7529	786	206000.0186	2352566.5672
33	206001.1278	2352584.0626	410	206033.4207	2352523.8126	787	206000.0753	2352566.6284
34	206001.0675	2352584.0021	411	206033.3610	2352523.8635	788	206000.2819	2352566.8170
35	206001.0183	2352583.9322	412	206033.2941	2352523.9045	789	206000.3420	2352566.8640
36	206000.9817	2352583.8549	413	206033.2216	2352523.9345	790	206000.4086	2352566.9013
37	206000.9588	2352583.7726	414	206033.1453	2352523.9528	791	206000.4801	2352566.9281
38	206000.9503	2352583.6875	415	206033.0671	2352523.9590	792	206000.5549	2352566.9436
39	206000.9565	2352583.6022	416	206032.9889	2352523.9528	793	206000.6311	2352566.9476
40	206001.0312	2352583.1307	417	206032.9107	2352523.9466	794	206000.7071	2352566.9399
41	206004.6658	2352583.7069	418	206032.8325	2352523.9528	795	206000.7810	2352566.9208
42	206004.6856	2352583.7100	419	206032.7562	2352523.9711	796	206000.8600	2352566.9007
43	206004.7482	2352583.3150	420	206032.6837	2352524.0011	797	206000.9413	2352566.8938
44	206005.5753	2352577.9786	421	206032.6168	2352524.0421	798	206001.0226	2352566.9002
45	206005.5937	2352577.9816	422	206032.5571	2352524.0930	799	206001.1018	2352566.9197
46	206005.6563	2352577.5865	423	206032.5062	2352524.1527	800	206001.1767	2352566.9518
47	206002.0020	2352577.0072	424	206032.4652	2352524.2196	801	206001.2454	2352566.9957
48	206002.6891	2352572.6728	425	206032.4351	2352524.2921	802	206001.3061	2352567.0502
49	206002.7097	2352572.5898	426	206032.4168	2352524.3683	803	206001.3572	2352567.1138
50	206002.7440	2352572.5115	427	206031.6097	2352529.4592	804	206001.3867	2352567.1663
51	206002.7913	2352572.4403	428	206031.5918	2352529.5343	805	206001.3972	2352567.1848
52	206002.8499	2352572.3781	429	206031.5625	2352529.6058	806	206001.4251	2352567.2614
53	206002.9183	2352572.3268	430	206031.5226	2352529.6718	807	206001.4402	2352567.3416
54	206002.9945	2352572.2879	431	206031.4730	2352529.7310	808	206001.4505	2352567.6031
55	206003.0761	2352572.2626	432	206031.4148	2352529.7818	809	206001.4265	2352567.8637
56	206003.1609	2352572.2516	433	206031.3496	2352529.8230	810	206000.3869	2352574.4218
57	206003.2456	2352572.2405	434	206031.0885	2352529.9880	811	206000.3663	2352574.5048
58	206003.3273	2352572.2152	435	206030.8560	2352530.1911	812	206000.3319	2352574.5831
59	206003.4034	2352572.1763	436	206030.6575	2352530.4277	813	206000.2847	2352574.6543
60	206003.4718	2352572.1250	437	206030.4978	2352530.6919	814	206000.2260	2352574.7165
61	206003.5305	2352572.0628	438	206030.3807	2352530.9777	815	206000.1576	2352574.7678
62	206003.5777	2352571.9916	439	206030.3089	2352531.2780	816	206000.0815	2352574.8067
63	206003.6121	2352571.9133	440	206029.7888	2352534.5586	817	205999.9998	2352574.8320
64	206003.6327	2352571.8303	441	206029.7155	2352534.8638	818	205999.9151	2352574.8431
65	206003.6671	2352571.6128	442	206029.5954	2352535.1537	819	205999.8303	2352574.8541
66	206003.6733	2352571.5297	443	206029.4314	2352535.4213	820	205999.7487	2352574.8795
67	206003.6655	2352571.4466	444	206029.2275	2352535.6599	821	205999.6725	2352574.9183
68	206003.6441	2352571.3661	445	206028.9889	2352535.8637	822	205999.6041	2352574.9696
69	206003.6095	2352571.2902	446	206022.8024	2352540.3571	823	205999.5455	2352575.0318

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
70	206003.5628	2352571.2211	447	206016.6159	2352544.8505	824	205999.4983	2352575.1031
71	206003.5053	2352571.1607	448	206016.3504	2352545.0133	825	205999.4639	2352575.1813
72	206003.4385	2352571.1107	449	206016.0629	2352545.1330	826	205999.4433	2352575.2643
73	206003.3644	2352571.0725	450	206015.7604	2352545.2065	827	205999.4088	2352575.4818
74	206003.2850	2352571.0472	451	206015.4500	2352545.2323	828	205999.4027	2352575.5671
75	206003.2342	2352571.0213	452	206015.1395	2352545.2095	829	205999.4112	2352575.6521
76	206003.1883	2352570.9875	453	206014.8362	2352545.1388	830	205999.4341	2352575.7345
77	206003.1485	2352570.9467	454	206014.5476	2352545.0219	831	205999.4706	2352575.8118
78	206003.1160	2352570.8999	455	206014.2806	2352544.8616	832	205999.5198	2352575.8817
79	206003.0916	2352570.8483	456	206014.0417	2352544.6617	833	205999.5802	2352575.9422
80	206003.0760	2352570.7935	457	206012.5191	2352543.3752	834	205999.6500	2352575.9915
81	206003.0696	2352570.7369	458	206010.8255	2352542.3237	835	205999.7272	2352576.0283
82	206003.0725	2352570.6800	459	206008.9969	2352541.5298	836	205999.8044	2352576.0650
83	206003.0847	2352570.6243	460	206008.6802	2352541.3870	837	205999.8742	2352576.1144
84	206003.1059	2352570.5714	461	206008.3930	2352541.1915	838	205999.9346	2352576.1749
85	206003.1354	2352570.5226	462	206008.1440	2352540.9493	839	205999.9838	2352576.2448
86	206003.1726	2352570.4794	463	206007.9406	2352540.6677	840	206000.0203	2352576.3221
87	206003.2163	2352570.4428	464	206007.7890	2352540.3551	841	206000.0432	2352576.4044
88	206003.2654	2352570.4139	465	206007.6938	2352540.0210	842	206000.0517	2352576.4895
89	206003.5170	2352570.3483	466	206007.6579	2352539.6755	843	206000.0456	2352576.5748
90	206003.7761	2352570.3260	467	206007.6822	2352539.3289	844	206000.0266	2352576.6940
91	206004.0352	2352570.3476	468	206007.7452	2352539.1790	845	205999.7303	2352576.6471
92	206004.2870	2352570.4126	469	206007.8310	2352539.0408	846	205996.6477	2352576.1584
93	206005.2544	2352569.4194	470	206007.9375	2352538.9180	847	205996.3920	2352576.1178
94	206005.1968	2352569.2582	471	206008.0621	2352538.8135	848	205996.3723	2352576.1147
95	206005.1674	2352569.0896	472	206008.2016	2352538.7300	849	205996.3128	2352576.4900
96	206005.1673	2352568.9184	473	206008.3526	2352538.6695	850	205996.3097	2352576.5098
97	206005.1963	2352568.7497	474	206008.5112	2352538.6337	851	205996.4825	2352576.5372
98	206005.2537	2352568.5885	475	206008.6734	2352538.6233	852	205995.6370	2352581.8706
99	206005.3378	2352568.4394	476	206009.0486	2352538.6053	853	205995.4641	2352581.8432
100	206005.4460	2352568.3068	477	206009.4171	2352538.5324	854	205995.4015	2352582.2382
101	206005.5753	2352568.1946	478	206009.7710	2352538.4063	855	205995.6802	2352582.2824
102	206005.7218	2352568.1061	479	206010.1025	2352538.2297	856	205998.7596	2352582.7706
103	206005.8813	2352568.0439	480	206010.4046	2352538.0065	857	205999.0559	2352582.8176
104	206006.0490	2352568.0098	481	206010.6707	2352537.7413	858	205998.1312	2352588.6505
105	206006.3433	2352567.9726	482	206012.5094	2352538.0328	859	205998.1106	2352588.7335
106	206006.4257	2352567.9681	483	206012.6581	2352537.0945	860	205998.0763	2352588.8117
107	206006.5077	2352567.9773	484	206012.8063	2352537.1180	861	205998.0290	2352588.8830

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
108	206006.5871	2352567.9998	485	206013.5532	2352532.4062	862	205997.9704	2352588.9452
109	206006.6617	2352568.0350	486	206003.3803	2352530.7935	863	205997.9020	2352588.9964
110	206006.7295	2352568.0821	487	206002.6333	2352535.5053	864	205997.8258	2352589.0353
111	206006.7886	2352568.1396	488	206002.7815	2352535.5288	865	205997.7442	2352589.0607
112	206006.8374	2352568.2061	489	206002.6327	2352536.4671	866	205997.6594	2352589.0717
113	206006.8747	2352568.2798	490	206004.4714	2352536.7586	867	205997.5747	2352589.0828
114	206006.9094	2352568.3493	491	206004.6538	2352537.1114	868	205997.4930	2352589.1081
115	206006.9545	2352568.4125	492	206004.8885	2352537.4317	869	205997.4169	2352589.1470
116	206007.0088	2352568.4680	493	206005.1701	2352537.7117	870	205997.3485	2352589.1983
117	206007.0711	2352568.5145	494	206005.4916	2352537.9448	871	205997.2898	2352589.2604
118	206007.1398	2352568.5507	495	206005.8454	2352538.1253	872	205997.2426	2352589.3317
119	206007.2133	2352568.5759	496	206006.2228	2352538.2488	873	205997.2082	2352589.4100
120	206007.2898	2352568.5893	497	206006.3402	2352538.3034	874	205997.1876	2352589.4929
121	206007.3675	2352568.5908	498	206006.4465	2352538.3773	875	205997.1532	2352589.7104
122	206007.4445	2352568.5802	499	206006.5387	2352538.4682	876	205997.1471	2352589.7957
123	206007.6685	2352568.5313	500	206006.6139	2352538.5735	877	205997.1555	2352589.8808
124	206007.7429	2352568.5089	501	206006.6700	2352538.6902	878	205997.1784	2352589.9631
125	206007.8129	2352568.4753	502	206006.7054	2352538.8147	879	205997.2150	2352590.0404
126	206007.8768	2352568.4313	503	206006.7190	2352538.9435	880	205997.2642	2352590.1103
127	206007.9331	2352568.3778	504	206006.7104	2352539.0726	881	205997.3245	2352590.1708
128	206007.9805	2352568.3164	505	206006.6366	2352539.3819	882	205997.3943	2352590.2202
129	206008.0178	2352568.2483	506	206006.5147	2352539.6756	883	205997.4715	2352590.2569
130	206008.0442	2352568.1752	507	206006.3479	2352539.9462	884	205997.5487	2352590.2936
131	206008.0588	2352568.0990	508	206006.1402	2352540.1870	885	205997.6185	2352590.3430
132	206008.0616	2352568.0214	509	206005.8971	2352540.3918	886	205997.6789	2352590.4035
133	206008.0648	2352567.9390	510	206005.6245	2352540.5555	887	205997.7281	2352590.4734
134	206008.0816	2352567.8582	511	206005.3294	2352540.6740	888	205997.7647	2352590.5507
135	206008.1115	2352567.7813	512	206005.0193	2352540.7442	889	205997.7875	2352590.6331
136	206008.1536	2352567.7103	513	206004.7020	2352540.7643	890	205997.7960	2352590.7181
137	206008.2068	2352567.6472	514	206002.9510	2352540.8486	891	205997.7899	2352590.8034
138	206008.2696	2352567.5938	515	206001.2250	2352541.1563	892	205997.6369	2352591.7682
139	206008.3404	2352567.5514	516	205999.5527	2352541.6823	893	205997.5586	2352592.0886
140	206008.4171	2352567.5212	517	205999.2386	2352541.7750	894	205997.4287	2352592.3917
141	206010.6278	2352566.6403	518	205998.9135	2352541.8152	895	205997.2508	2352592.6694
142	206010.7043	2352566.6094	519	205998.5863	2352541.8018	896	205997.0296	2352592.9141
143	206010.7848	2352566.5915	520	205998.2656	2352541.7352	897	205996.7712	2352593.1190
144	206010.8672	2352566.5871	521	205997.9601	2352541.6171	898	205996.4827	2352593.2788
145	206010.9492	2352566.5963	522	205996.2779	2352543.1077	899	205996.1718	2352593.3889

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
146	206011.0285	2352566.6188	523	205996.4524	2352543.3963	900	205995.8471	2352593.4465
147	206011.1031	2352566.6541	524	205996.5759	2352543.7102	901	205995.5173	2352593.4499
148	206011.1708	2352566.7012	525	205996.5930	2352543.7913	902	205995.1914	2352593.3990
149	206011.2299	2352566.7588	526	205996.5964	2352543.8742	903	205994.8784	2352593.2953
150	206011.2852	2352566.8132	527	205996.5861	2352543.9565	904	205994.5866	2352593.1416
151	206011.3483	2352566.8584	528	205996.5624	2352544.0359	905	205994.3240	2352592.9420
152	206011.4177	2352566.8933	529	205996.5258	2352544.1103	906	205993.0673	2352591.7590
153	206011.4916	2352566.9171	530	205996.4774	2352544.1777	907	205993.0112	2352591.6931
154	206011.5683	2352566.9291	531	205996.4186	2352544.2361	908	205992.9672	2352591.6186
155	206011.6459	2352566.9291	532	205996.3509	2352544.2840	909	205992.9367	2352591.5376
156	206011.7226	2352566.9171	533	205996.2762	2352544.3201	910	205992.9207	2352591.4525
157	206011.7965	2352566.8934	534	205996.1966	2352544.3433	911	205992.9196	2352591.3660
158	206011.8659	2352566.8585	535	205996.1143	2352544.3531	912	205992.9334	2352591.2806
159	206012.0497	2352566.7474	536	205996.0366	2352544.3619	913	205992.9617	2352591.1988
160	206012.1128	2352566.7022	537	205995.9613	2352544.3827	914	205993.0037	2352591.1231
161	206012.1682	2352566.6478	538	205995.8902	2352544.4150	915	205993.0450	2352591.0492
162	206012.2144	2352566.5855	539	205995.8249	2352544.4579	916	205993.0731	2352590.9693
163	206012.2505	2352566.5168	540	205995.7672	2352544.5105	917	205993.0874	2352590.8858
164	206012.2755	2352566.4433	541	205995.7183	2352544.5715	918	205993.0874	2352590.8011
165	206012.2888	2352566.3669	542	205995.6795	2352544.6393	919	205993.0731	2352590.7176
166	206012.2901	2352566.2893	543	205995.5467	2352544.9207	920	205993.0449	2352590.6378
167	206012.2794	2352566.2124	544	205995.5172	2352544.9999	921	205993.0037	2352590.5638
168	206012.2570	2352566.1381	545	205995.5015	2352545.0831	922	205992.9505	2352590.4979
169	206012.2335	2352566.0590	546	205995.5000	2352545.1676	923	205992.7968	2352590.3371
170	206012.2233	2352565.9772	547	205995.5128	2352545.2512	924	205992.7332	2352590.2810
171	206012.2268	2352565.8948	548	205995.5394	2352545.3315	925	205992.6610	2352590.2365
172	206012.2437	2352565.8140	549	205995.5793	2352545.4061	926	205992.5823	2352590.2048
173	206012.2737	2352565.7372	550	205995.6311	2352545.4729	927	205992.4995	2352590.1869
174	206012.3159	2352565.6663	551	205995.6820	2352545.5383	928	205992.4148	2352590.1832
175	206012.3692	2352565.6034	552	205995.7214	2352545.6112	929	205992.3306	2352590.1938
176	206012.4321	2352565.5500	553	205995.7483	2352545.6896	930	205992.2495	2352590.2186
177	206013.9815	2352564.2593	554	205995.7618	2352545.7713	931	205992.1738	2352590.2567
178	206014.0453	2352564.2071	555	205995.7616	2352545.8541	932	205992.0964	2352590.2954
179	206014.1169	2352564.1660	556	205995.7478	2352545.9358	933	205992.0135	2352590.3202
180	206014.1942	2352564.1373	557	205995.7207	2352546.0141	934	205991.9275	2352590.3304
181	206014.2751	2352564.1217	558	205995.6810	2352546.0868	935	205991.8411	2352590.3255
182	206014.3576	2352564.1196	559	205995.6298	2352546.1520	936	205991.7568	2352590.3059
183	206014.4392	2352564.1311	560	205995.3728	2352546.4802	937	205991.6772	2352590.2720

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
184	206014.5179	2352564.1559	561	205994.3469	2352547.7900	938	205991.6046	2352590.2249
185	206014.5914	2352564.1932	562	205993.3554	2352549.6193	939	205991.5412	2352590.1659
186	206014.6605	2352564.2287	563	205993.3161	2352549.6921	940	205988.4794	2352586.3033
187	206014.7342	2352564.2531	564	205993.2654	2352549.7573	941	205988.4365	2352586.2282
188	206014.8108	2352564.2658	565	205993.2046	2352549.8133	942	205988.4071	2352586.1468
189	206014.8885	2352564.2664	566	205993.1354	2352549.8585	943	205988.3923	2352586.0616
190	206014.9653	2352564.2550	567	205993.0597	2352549.8917	944	205988.3924	2352585.9750
191	206015.0394	2352564.2319	568	205992.9795	2352549.9120	945	205988.4074	2352585.8898
192	206015.1090	2352564.1976	569	205992.8972	2352549.9188	946	205988.4368	2352585.8085
193	206015.1725	2352564.1529	570	205992.8148	2352549.9119	947	205988.4798	2352585.7334
194	206015.2283	2352564.0989	571	205992.7310	2352549.9050	948	205988.5352	2352585.6669
195	206015.3609	2352563.9491	572	205992.6472	2352549.9123	949	205988.5894	2352585.6020
196	206015.4127	2352563.8790	573	205992.5658	2352549.9335	950	205988.6319	2352585.5288
197	206015.4515	2352563.8011	574	205992.4892	2352549.9680	951	205988.6615	2352585.4495
198	206015.4763	2352563.7175	575	205992.4194	2352550.0149	952	205988.6772	2352585.3663
199	206015.4862	2352563.6310	576	205992.3584	2352550.0728	953	205988.6787	2352585.2817
200	206015.4809	2352563.5440	577	205992.3080	2352550.1402	954	205988.6660	2352585.1981
201	206015.4606	2352563.4593	578	205992.1432	2352550.4041	955	205988.6393	2352585.1178
202	206015.4258	2352563.3794	579	205992.1050	2352550.4785	956	205988.5994	2352585.0431
203	206015.3778	2352563.3067	580	205992.0797	2352550.5582	957	205988.4784	2352584.8565
204	206015.3320	2352563.2382	581	205992.0681	2352550.6410	958	205988.4264	2352584.7895
205	206015.2981	2352563.1630	582	205992.0704	2352550.7246	959	205988.3638	2352584.7323
206	206015.2770	2352563.0833	583	205992.0867	2352550.8067	960	205988.2925	2352584.6864
207	206015.2692	2352563.0012	584	205992.1164	2352550.8849	961	205988.2144	2352584.6533
208	206015.2751	2352562.9190	585	205992.1460	2352550.9630	962	205988.1318	2352584.6338
209	206015.2944	2352562.8388	586	205992.1623	2352551.0449	963	205988.0472	2352584.6286
210	206015.3267	2352562.7630	587	205992.1646	2352551.1284	964	205987.9628	2352584.6378
211	206015.3709	2352562.6934	588	205992.1531	2352551.2111	965	205987.8813	2352584.6611
212	206016.5515	2352560.8466	589	205992.1279	2352551.2908	966	205987.7980	2352584.6847
213	206016.5961	2352560.7774	590	205992.0898	2352551.3652	967	205987.7120	2352584.6936
214	206016.6513	2352560.7163	591	205992.0399	2352551.4321	968	205987.6256	2352584.6876
215	206016.7159	2352560.6652	592	205991.9795	2352551.4898	969	205987.5417	2352584.6667
216	206016.7880	2352560.6253	593	205991.9103	2352551.5367	970	205987.4625	2352584.6317
217	206016.8656	2352560.5978	594	205991.8343	2352551.5714	971	205987.3906	2352584.5835
218	206016.9467	2352560.5835	595	205991.7536	2352551.5930	972	205987.3281	2352584.5237
219	206017.0291	2352560.5826	596	205991.6704	2352551.6008	973	205987.2768	2352584.4540
220	206017.1105	2352560.5953	597	205991.4473	2352552.8171	974	205985.2527	2352580.6707
221	206017.1872	2352560.6076	598	205991.5188	2352552.8648	975	205985.2231	2352580.5891

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
222	206017.2649	2352560.6079	599	205991.5811	2352552.9240	976	205985.2080	2352580.5036
223	206017.3418	2352560.5961	600	205991.6324	2352552.9930	977	205985.2080	2352580.4168
224	206017.4159	2352560.5726	601	205991.6711	2352553.0697	978	205985.2230	2352580.3314
225	206017.4854	2352560.5379	602	205991.6960	2352553.1520	979	205985.2525	2352580.2498
226	206017.5487	2352560.4928	603	205991.7066	2352553.2373	980	205985.2957	2352580.1745
227	206017.6043	2352560.4384	604	205991.7023	2352553.3231	981	205985.3512	2352580.1078
228	206017.6507	2352560.3761	605	205991.6834	2352553.4070	982	205985.4174	2352580.0518
229	206017.6870	2352560.3073	606	205991.6505	2352553.4863	983	205985.4826	2352579.9968
230	206017.7725	2352560.1089	607	205991.6044	2352553.5589	984	205985.5375	2352579.9315
231	206017.7999	2352560.0265	608	205991.5466	2352553.6225	985	205985.5805	2352579.8579
232	206017.8125	2352559.9406	609	205991.4956	2352553.6773	986	205985.6103	2352579.7780
233	206017.8101	2352559.8537	610	205991.4534	2352553.7391	987	205985.6262	2352579.6942
234	206017.7928	2352559.7687	611	205991.4209	2352553.8065	988	205985.6276	2352579.6090
235	206017.7609	2352559.6878	612	205991.3988	2352553.8780	989	205985.6145	2352579.5247
236	206017.7156	2352559.6138	613	205991.3877	2352553.9520	990	205985.5872	2352579.4439
237	206017.6581	2352559.5487	614	205991.3877	2352554.0268	991	205985.4982	2352579.2394
238	206017.5902	2352559.4945	615	205991.3988	2352554.1008	992	205985.4580	2352579.1650
239	206017.5256	2352559.4434	616	205991.4434	2352554.2958	993	205985.4058	2352579.0983
240	206017.4703	2352559.3825	617	205991.4665	2352554.3697	994	205985.3431	2352579.0415
241	206017.4257	2352559.3133	618	205991.5007	2352554.4392	995	205985.2717	2352578.9960
242	206017.3931	2352559.2377	619	205991.5452	2352554.5026	996	205985.1937	2352578.9633
243	206017.3734	2352559.1578	620	205991.5990	2352554.5584	997	205985.1113	2352578.9441
244	206017.3670	2352559.0758	621	205991.6608	2352554.6052	998	205985.0268	2352578.9391
245	206017.3741	2352558.9938	622	205991.7290	2352554.6418	999	205984.9427	2352578.9485
246	206017.3946	2352558.9141	623	205991.8021	2352554.6675	1000	205984.8565	2352578.9579
247	206017.7465	2352557.7302	624	205991.8783	2352554.6816	1001	205984.7700	2352578.9522
248	206017.9902	2352556.5194	625	205991.9545	2352554.6957	1002	205984.6857	2352578.9317
249	206018.0093	2352556.4395	626	205992.0276	2352554.7214	1003	205984.6063	2352578.8969
250	206018.0413	2352556.3639	627	205992.0959	2352554.7581	1004	205984.5340	2352578.8490
251	206018.0853	2352556.2945	628	205992.1577	2352554.8049	1005	205984.4712	2352578.7893
252	206018.1399	2352556.2333	629	205992.2115	2352554.8607	1006	205984.4195	2352578.7196
253	206018.2039	2352556.1818	630	205992.2560	2352554.9242	1007	205984.3808	2352578.6420
254	206018.2755	2352556.1415	631	205992.2902	2352554.9937	1008	205984.2406	2352578.2826
255	206018.3526	2352556.1134	632	205992.3132	2352555.0678	1009	205984.1525	2352577.9869
256	206018.4334	2352556.0984	633	205992.3245	2352555.1445	1010	205984.1109	2352577.6812
257	206018.5100	2352556.0844	634	205992.4804	2352556.6350	1011	205982.7988	2352577.8934
258	206018.5836	2352556.0587	635	205992.8148	2352558.0960	1012	205982.8630	2352578.0238
259	206018.6523	2352556.0219	636	205993.3228	2352559.5060	1013	205984.7437	2352582.3700

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
260	206018.7144	2352555.9749	637	205993.3492	2352559.5850	1014	205984.7753	2352582.4482
261	206018.7685	2352555.9188	638	205993.3621	2352559.6673	1015	205984.7933	2352582.5307
262	206018.8132	2352555.8549	639	205993.3612	2352559.7505	1016	205984.7972	2352582.6151
263	206018.8474	2352555.7849	640	205993.3465	2352559.8325	1017	205984.7868	2352582.6989
264	206018.8703	2352555.7104	641	205993.3184	2352559.9109	1018	205984.7625	2352582.7798
265	206018.8814	2352555.6333	642	205993.2776	2352559.9836	1019	205984.7249	2352582.8554
266	206018.8955	2352555.4153	643	205993.2254	2352560.0485	1020	205984.6752	2352582.9236
267	206018.8937	2352555.3293	644	205993.1631	2352560.1038	1021	205984.6146	2352582.9825
268	206018.8771	2352555.2449	645	205993.0989	2352560.1611	1022	205984.5529	2352583.0426
269	206018.8463	2352555.1645	646	205993.0455	2352560.2285	1023	205984.5025	2352583.1125
270	206018.8021	2352555.0906	647	205993.0044	2352560.3041	1024	205984.4648	2352583.1900
271	206018.7460	2352555.0254	648	205992.9769	2352560.3856	1025	205984.4410	2352583.2728
272	206018.6795	2352554.9708	649	205992.9638	2352560.4706	1026	205984.4318	2352583.3584
273	206018.6046	2352554.9284	650	205992.9655	2352560.5567	1027	205984.4373	2352583.4444
274	206018.5236	2352554.8994	651	205992.9819	2352560.6411	1028	205984.4576	2352583.5281
275	206018.4463	2352554.8722	652	205993.0125	2352560.7215	1029	205984.4919	2352583.6071
276	206018.3745	2352554.8327	653	205993.1075	2352560.9183	1030	205984.5958	2352583.7989
277	206018.3101	2352554.7820	654	205993.1442	2352560.9818	1031	205984.6432	2352583.8709
278	206018.2549	2352554.7214	655	205993.1898	2352561.0393	1032	205984.7022	2352583.9336
279	206018.2103	2352554.6526	656	205993.2433	2352561.0896	1033	205984.7711	2352583.9853
280	206018.1775	2352554.5775	657	205993.3036	2352561.1314	1034	205984.8479	2352584.0244
281	206018.1574	2352554.4981	658	205993.3693	2352561.1640	1035	205984.9302	2352584.0497
282	206018.1506	2352554.4164	659	205993.4392	2352561.1865	1036	205985.0157	2352584.0605
283	206018.0605	2352552.8645	660	205993.5162	2352561.2121	1037	205985.1017	2352584.0565
284	206018.0579	2352552.7820	661	205993.5880	2352561.2498	1038	205985.1858	2352584.0378
285	206018.0688	2352552.7001	662	205993.6528	2352561.2986	1039	205985.2682	2352584.0193
286	206018.0931	2352552.6212	663	205993.7089	2352561.3572	1040	205985.3525	2352584.0149
287	206018.1301	2352552.5474	664	205993.7547	2352561.4242	1041	205985.4364	2352584.0248
288	206018.1787	2352552.4806	665	205993.7891	2352561.4976	1042	205985.5174	2352584.0486
289	206018.2376	2352552.4227	666	205993.8112	2352561.5757	1043	205985.5932	2352584.0858
290	206018.3053	2352552.3754	667	205993.8204	2352561.6563	1044	205985.6617	2352584.1352
291	206018.3798	2352552.3398	668	205993.8164	2352561.7373	1045	205985.7209	2352584.1954
292	206018.4500	2352552.3067	669	205993.7993	2352561.8167	1046	205985.7692	2352584.2647
293	206018.5142	2352552.2632	670	205993.7697	2352561.8922	1047	205988.4367	2352588.2919
294	206018.5708	2352552.2103	671	205993.7282	2352561.9619	1048	205988.4817	2352588.3634
295	206018.6187	2352552.1492	672	205993.6760	2352562.0240	1049	205988.5140	2352588.4414
296	206018.6565	2352552.0815	673	205993.6145	2352562.0768	1050	205988.5328	2352588.5238
297	206018.6834	2352552.0088	674	205990.5416	2352564.3087	1051	205988.5374	2352588.6081

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
298	206018.6987	2352551.9328	675	205990.4096	2352564.3898	1052	205988.5277	2352588.6921
299	206018.7021	2352551.8553	676	205990.2667	2352564.4495	1053	205988.5040	2352588.7732
300	206018.6934	2352551.7782	677	205990.1163	2352564.4864	1054	205988.4670	2352588.8491
301	206018.6532	2352551.5681	678	205988.2394	2352561.9023	1055	205988.4178	2352588.9178
302	206018.6326	2352551.4929	679	205984.5175	2352564.6056	1056	205988.3677	2352588.9878
303	206018.6006	2352551.4219	680	205984.5910	2352564.7067	1057	205988.3304	2352589.0655
304	206018.5580	2352551.3567	681	205986.6616	2352567.5575	1058	205988.3070	2352589.1483
305	206018.5057	2352551.2990	682	205985.9209	2352570.8305	1059	205988.2981	2352589.2340
306	206018.4452	2352551.2500	683	205984.6869	2352573.9511	1060	205988.3041	2352589.3199
307	206018.3777	2352551.2111	684	205985.3666	2352574.8270	1061	205988.3247	2352589.4035
308	206018.3050	2352551.1830	685	205985.4112	2352574.7557	1062	205988.3593	2352589.4823
309	206018.2289	2352551.1666	686	205985.4671	2352574.6929	1063	205988.4070	2352589.5541
310	206018.1511	2352551.1623	687	205985.5328	2352574.6403	1064	205988.5430	2352589.7247
311	206018.0687	2352551.1573	688	205985.6064	2352574.5995	1065	205988.6024	2352589.7873
312	206017.9882	2352551.1387	689	205985.6857	2352574.5717	1066	205988.6716	2352589.8388
313	206017.9118	2352551.1072	690	205985.7686	2352574.5575	1067	205988.7487	2352589.8775
314	206017.8417	2352551.0635	691	205985.8527	2352574.5574	1068	205988.8313	2352589.9025
315	206017.7797	2352551.0089	692	205985.9356	2352574.5714	1069	205988.9170	2352589.9129
316	206017.7275	2352550.9448	693	205986.0123	2352574.5848	1070	205989.0031	2352589.9084
317	206017.6867	2352550.8730	694	205986.0902	2352574.5862	1071	205989.0872	2352589.8891
318	206017.6582	2352550.7954	695	205986.1673	2352574.5754	1072	205989.1668	2352589.8557
319	206016.9692	2352548.8724	696	205986.2419	2352574.5528	1073	205989.2446	2352589.8228
320	206016.9428	2352548.7974	697	205986.3120	2352574.5189	1074	205989.3269	2352589.8035
321	206016.9285	2352548.7192	698	205986.3760	2352574.4746	1075	205989.4112	2352589.7984
322	206016.9269	2352548.6397	699	205986.4323	2352574.4208	1076	205989.4952	2352589.8075
323	206016.9378	2352548.5610	700	205986.4796	2352574.3589	1077	205989.5765	2352589.8306
324	206016.9612	2352548.4850	701	205986.5167	2352574.2905	1078	205989.6527	2352589.8671
325	206016.9962	2352548.4136	702	205986.6038	2352574.0950	1079	205989.7217	2352589.9159
326	206017.0422	2352548.3487	703	205986.6320	2352574.0134	1080	205989.7815	2352589.9756
327	206017.0978	2352548.2919	704	205986.6457	2352573.9282	1081	205991.6750	2352592.0610
328	206017.1617	2352548.2446	705	205986.6446	2352573.8419	1082	205993.7130	2352594.0053
329	206017.2247	2352548.1982	706	205986.6286	2352573.7571	1083	205993.9139	2352594.2113
330	206017.2797	2352548.1425	707	205986.5983	2352573.6762	1084	205994.0831	2352594.4439
331	206017.3253	2352548.0790	708	205986.5545	2352573.6018	1085	205994.2172	2352594.6985
332	206017.3604	2352548.0091	709	205986.4986	2352573.5361	1086	205994.3133	2352594.9696
333	206017.3842	2352547.9345	710	205986.4323	2352573.4809	1087	205994.3696	2352595.2517
334	206017.3961	2352547.8572	711	205986.3675	2352573.4274	1088	205994.3768	2352595.4122
335	206017.3957	2352547.7790	712	205986.3127	2352573.3638	1089	205994.3581	2352595.5719

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
336	206017.3832	2352547.7018	713	205986.2693	2352573.2919	1090	205994.3141	2352595.7264
337	206017.3240	2352547.4588	714	205986.2385	2352573.2138	1091	205994.2459	2352595.8720
338	206017.2996	2352547.3846	715	205986.2212	2352573.1316	1092	205994.1553	2352596.0047
339	206017.2640	2352547.3152	716	205986.2180	2352573.0477	1093	205994.0446	2352596.1212
340	206017.2180	2352547.2521	717	205986.2288	2352572.9644	1094	205993.9167	2352596.2185
341	206017.1628	2352547.1969	718	205986.2534	2352572.8841	1095	205993.7748	2352596.2940
342	206017.0996	2352547.1510	719	205987.1699	2352570.0891	1096	205993.6227	2352596.3458
343	206017.0301	2352547.1155	720	205987.2235	2352569.9346	1097	205993.4642	2352596.3725
344	206016.9536	2352547.0757	721	205987.3015	2352569.7910	1098	205993.3035	2352596.3736
345	206016.8852	2352547.0234	722	205987.4019	2352569.6620	1099	205993.7490	2352597.9213
346	206016.8267	2352546.9601	723	205987.5220	2352569.5511	1100	205993.9099	2352597.9529
347	206016.7800	2352546.8878	724	205987.6586	2352569.4612	1101	205994.0636	2352598.0104
348	206016.7464	2352546.8084	725	205987.8080	2352569.3948	1102	205994.2057	2352598.0923
349	206016.7269	2352546.7245	726	205987.9662	2352569.3536	1103	205994.3326	2352598.1963
350	206016.7221	2352546.6385	727	205987.9701	2352569.3590	1104	205994.4408	2352598.3196
351	206016.7322	2352546.5529	728	205988.9838	2352570.7547	1105	205994.5273	2352598.4589
352	206016.7568	2352546.4704	729	205992.7057	2352568.0515	1106	205994.5899	2352598.6106
353	206016.7952	2352546.3933	730	205990.8288	2352565.4674	1107	205994.6503	2352598.7578
354	206016.9465	2352546.1784	731	205990.9104	2352565.3357	1108	205994.7333	2352598.8937
355	206017.1248	2352545.9853	732	205991.0114	2352565.2183	1109	205994.8368	2352599.0146
356	206017.3268	2352545.8172	733	205991.1293	2352565.1178	1110	205994.9581	2352599.1176
357	206021.9738	2352542.4420	734	205994.2572	2352562.8460	1111	205995.0943	2352599.2000
358	206022.1072	2352542.3603	735	205994.3263	2352562.8039	1112	205995.2418	2352599.2598
359	206022.2516	2352542.3003	736	205994.4013	2352562.7735	1113	205995.3969	2352599.2954
360	206022.4036	2352542.2636	737	205994.4803	2352562.7556	1114	205995.5509	2352599.3307
361	206022.5595	2352542.2511	738	205994.5611	2352562.7506	1115	205995.6975	2352599.3898
362	206022.7155	2352542.2630	739	205994.6416	2352562.7588	1116	205995.8329	2352599.4713
363	206022.8676	2352542.2991	740	205994.7198	2352562.7799	1117	205995.9538	2352599.5730
364	206023.0123	2352542.3585	741	205994.7935	2352562.8133	1118	205996.0571	2352599.6926
365	206023.1460	2352542.4397	742	205994.8609	2352562.8581	1119	205996.1404	2352599.8269
366	206023.2653	2352542.5407	743	205994.9201	2352562.9133	1120	205996.2014	2352599.9727
367	206025.0193	2352544.0449	744	205994.9697	2352562.9773	1121	205996.2387	2352600.1263
368	206026.9709	2352545.2821	745	205995.0083	2352563.0484	1122	205996.2513	2352600.2838
369	206029.0796	2352546.2267	746	205995.0349	2352563.1249	1123	205996.2390	2352600.4413
370	206031.3019	2352546.8594	747	205995.0639	2352563.2065	1124	206001.5681	2352594.5040
371	206033.5920	2352547.1670	748	205995.1065	2352563.2820	1125	206001.2244	2352594.4739
372	206033.6836	2352547.1769	749	205995.1615	2352563.3489	1126	206000.8911	2352594.3851
373	206033.7739	2352547.1952	750	205995.2219	2352563.4007	1127	206000.5779	2352594.2405

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 03								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
374	206034.0519	2352547.2650	751	205995.2273	2352563.4054	1128	206000.2943	2352594.0441
375	206034.0450	2352547.3089	752	205995.3897	2352563.5220	1129	206000.0486	2352593.8020
376	206034.5388	2352547.3872	753	205995.4595	2352563.5640	1	205999.8482	2352593.5212
377	206037.7981	2352547.9039	754	205995.5352	2352563.5940	<b>SUPERFICIE 1,363.7 m<sup>2</sup></b>		

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

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 04								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	205996.5288	2352538.7010	58	206008.9043	2352528.4553	115	205990.5188	2352535.2883
2	205996.4627	2352538.6469	59	206035.6402	2352510.4217	116	205990.5212	2352535.3738
3	205996.3883	2352538.6048	60	206045.1634	2352503.9982	117	205990.5091	2352535.4584
4	205996.3078	2352538.5760	61	206052.0416	2352499.3588	118	205990.4828	2352535.5397
5	205996.2235	2352538.5614	62	206002.5962	2352490.0339	119	205990.4430	2352535.6154
6	205996.1381	2352538.5613	63	206010.3265	2352501.4486	120	205990.3908	2352535.6831
7	205996.0538	2352538.5757	64	205999.6476	2352508.6516	121	205990.3387	2352535.7509
8	205995.9733	2352538.6044	65	205985.1445	2352487.1498	122	205990.2989	2352535.8265
9	205995.8927	2352538.6330	66	205984.8226	2352486.6820	123	205990.2726	2352535.9078
10	205995.8084	2352538.6474	67	205980.1310	2352485.7973	124	205990.2605	2352535.9925
11	205995.7230	2352538.6473	68	205994.7599	2352507.4854	125	205990.2629	2352536.0779
12	205995.6387	2352538.6327	69	205982.6861	2352515.6293	126	205990.2799	2352536.1617
13	205995.5582	2352538.6039	70	205980.1990	2352517.3069	127	205990.3110	2352536.2414
14	205995.4838	2352538.5618	71	205978.4130	2352518.5115	128	205990.3551	2352536.3146
15	205995.4177	2352538.5077	72	205979.8895	2352520.5443	129	205990.4845	2352536.4927
16	205995.3617	2352538.4430	73	205979.9336	2352520.6175	130	205990.5405	2352536.5573
17	205991.7502	2352533.4707	74	205979.9647	2352520.6972	131	205990.6066	2352536.6115
18	205994.7435	2352531.2959	75	205979.9817	2352520.7809	132	205990.6810	2352536.6536
19	205991.1000	2352526.2795	76	205979.9841	2352520.8664	133	205990.7615	2352536.6824
20	205990.9974	2352526.3539	77	205979.9720	2352520.9510	134	205990.8458	2352536.6970
21	205988.1063	2352528.4539	78	205979.9457	2352521.0323	135	205990.9312	2352536.6971
22	205986.1056	2352525.6993	79	205979.9059	2352521.1080	136	205991.0155	2352536.6826
23	205986.0615	2352525.6261	80	205979.8538	2352521.1757	137	205991.0961	2352536.6540
24	205986.0305	2352525.5465	81	205979.8016	2352521.2435	138	205991.1766	2352536.6254
25	205986.0135	2352525.4627	82	205979.7618	2352521.3191	139	205991.2609	2352536.6110
26	205986.0110	2352525.3772	83	205979.7355	2352521.4005	140	205991.3463	2352536.6111
27	205986.0231	2352525.2926	84	205979.7234	2352521.4851	141	205991.4306	2352536.6257
28	205986.0494	2352525.2113	85	205979.7258	2352521.5705	142	205991.5111	2352536.6545

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 04								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
29	205986.0892	2352525.1357	86	205979.7428	2352521.6543	143	205991.5855	2352536.6966
30	205986.1414	2352525.0679	87	205979.7451	2352521.6602	144	205991.6516	2352536.7507
31	205986.1935	2352525.0001	88	205979.7739	2352521.7340	145	205991.7076	2352536.8153
32	205986.2333	2352524.9245	89	205979.8180	2352521.8072	146	205996.2779	2352543.1077
33	205986.2596	2352524.8432	90	205979.9474	2352521.9854	147	205997.9601	2352541.6171
34	205986.2718	2352524.7585	91	205980.0034	2352522.0500	148	205997.6780	2352541.4508
35	205986.2693	2352524.6731	92	205980.0695	2352522.1041	149	205997.4268	2352541.2406
36	205986.2523	2352524.5893	93	205980.1440	2352522.1462	150	205997.2133	2352540.9922
37	205986.2212	2352524.5097	94	205980.2244	2352522.1750	151	205996.6427	2352540.2067
38	205986.1771	2352524.4365	95	205980.3087	2352522.1896	152	205996.5986	2352540.1335
39	205986.0477	2352524.2583	96	205980.3942	2352522.1897	153	205996.5675	2352540.0539
40	205985.9917	2352524.1937	97	205980.4784	2352522.1753	154	205996.5505	2352539.9701
41	205985.9256	2352524.1395	98	205980.5590	2352522.1467	155	205996.5481	2352539.8846
42	205985.8512	2352524.0974	99	205980.6395	2352522.1181	156	205996.5602	2352539.8000
43	205985.7707	2352524.0687	100	205980.7238	2352522.1036	157	205996.5865	2352539.7187
44	205985.6865	2352524.0540	101	205980.8093	2352522.1037	158	205996.6263	2352539.6430
45	205985.6010	2352524.0539	102	205980.8935	2352522.1183	159	205996.6785	2352539.5753
46	205985.5167	2352524.0684	103	205980.9740	2352522.1471	160	205996.7306	2352539.5075
47	205985.4362	2352524.0970	104	205981.0484	2352522.1892	161	205996.7704	2352539.4319
48	205985.3556	2352524.1256	105	205981.1145	2352522.2433	162	205996.7967	2352539.3505
49	205985.2714	2352524.1401	106	205981.1705	2352522.3080	163	205996.8088	2352539.2659
50	205985.1859	2352524.1400	107	205986.4881	2352529.6292	164	205996.8064	2352539.1805
51	205985.1016	2352524.1253	108	205983.4933	2352531.8044	165	205996.7894	2352539.0967
52	205985.0212	2352524.0965	109	205983.9087	2352532.3763	166	205996.7583	2352539.0170
53	205984.9467	2352524.0544	110	205987.1377	2352536.8219	167	205996.7142	2352538.9438
54	205984.8806	2352524.0003	111	205990.1321	2352534.6463	168	205996.5848	2352538.7657
55	205984.8246	2352523.9357	112	205990.4266	2352535.0517	1	205996.5288	2352538.7010
56	205984.5999	2352523.6263	113	205990.4707	2352535.1249	<b>SUPERFICIE 347.17 m<sup>2</sup></b>		
57	205999.0657	2352513.8690	114	205990.5018	2352535.2045			

**Tabla 2.8.** Coordenadas delimitantes de los polígonos de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 05								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	205965.6862	2352581.1375	164	205982.2280	2352560.7435	327	205966.2972	2352538.2439
2	205965.8115	2352580.3473	165	205982.1546	2352560.6976	328	205966.3154	2352538.4172
3	205965.9705	2352580.3589	166	205982.0902	2352560.6397	329	205966.3635	2352538.5848

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 05								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
4	205966.1293	2352580.3450	167	205982.0368	2352560.5715	330	205966.4398	2352538.7415
5	205966.2839	2352580.3060	168	205981.9959	2352560.4952	331	205966.5423	2352538.8825
6	205966.4304	2352580.2430	169	205981.9688	2352560.4130	332	205966.6677	2352539.0036
7	205966.5649	2352580.1575	170	205981.9563	2352560.3273	333	205966.8122	2352539.1011
8	205966.6842	2352580.0517	171	205981.9588	2352560.2407	334	205966.9714	2352539.1720
9	205966.7852	2352579.9283	172	205982.4754	2352557.0836	335	205967.1405	2352539.2142
10	205966.8652	2352579.7904	173	205982.5365	2352556.7100	336	205971.8707	2352539.9641
11	205968.6486	2352576.0627	174	205983.4429	2352553.2491	337	205972.0262	2352540.0017
12	205968.7332	2352575.9182	175	205983.5576	2352552.9622	338	205972.1736	2352540.0636
13	205968.8408	2352575.7899	176	205983.7151	2352552.6964	339	205972.3093	2352540.1482
14	205968.9683	2352575.6813	177	205983.7669	2352552.6342	340	205972.4298	2352540.2533
15	205969.1121	2352575.5956	178	205983.8280	2352552.5811	341	205972.5320	2352540.3763
16	205969.2682	2352575.5350	179	205983.8969	2352552.5386	342	205972.6133	2352540.5140
17	205969.4323	2352575.5013	180	205983.9717	2352552.5077	343	205972.6715	2352540.6629
18	205969.5996	2352575.4955	181	205984.0506	2352552.4893	344	205972.7053	2352540.8192
19	205974.0707	2352575.7148	182	205984.1313	2352552.4839	345	205972.7138	2352540.9789
20	205974.2075	2352575.7215	183	205984.2119	2352552.4916	346	205972.6967	2352541.1379
21	205974.2922	2352575.7330	184	205984.2902	2352552.5122	347	205972.3888	2352542.3041
22	205974.3737	2352575.7587	185	205984.3642	2352552.5452	348	205971.9194	2352543.4151
23	205974.4497	2352575.7980	186	205984.4318	2352552.5896	349	205971.2977	2352544.4487
24	205974.5178	2352575.8496	187	205984.4914	2352552.6444	350	205970.5363	2352545.3841
25	205974.5762	2352575.9121	188	205984.5485	2352552.6973	351	205970.4161	2352545.4929
26	205974.6230	2352575.9835	189	205984.6130	2352552.7406	352	205970.2798	2352545.5808
27	205974.6571	2352576.0620	190	205984.6836	2352552.7734	353	205970.1312	2352545.6456
28	205974.6772	2352576.1451	191	205984.7583	2352552.7949	354	205969.9740	2352545.6855
29	205974.6973	2352576.2281	192	205984.8355	2352552.8045	355	205969.8125	2352545.6994
30	205974.7314	2352576.3066	193	205984.9132	2352552.8020	356	205969.6508	2352545.6871
31	205974.7782	2352576.3781	194	205984.9896	2352552.7875	357	205968.1764	2352545.4534
32	205974.8366	2352576.4405	195	205985.3004	2352552.7031	358	205968.0025	2352545.4412
33	205974.9047	2352576.4921	196	205985.3725	2352552.6775	359	205967.8292	2352545.4594
34	205974.9807	2352576.5314	197	205985.4398	2352552.6412	360	205967.6616	2352545.5074
35	205975.0622	2352576.5571	198	205985.5007	2352552.5951	361	205967.5049	2352545.5838
36	205975.1469	2352576.5686	199	205985.5540	2352552.5402	362	205967.3639	2352545.6862
37	205975.3669	2352576.5794	200	205985.5982	2352552.4778	363	205967.2428	2352545.8116
38	205975.4523	2352576.5762	201	205985.6324	2352552.4094	364	205967.1453	2352545.9561
39	205975.5359	2352576.5586	202	205985.6558	2352552.3366	365	205967.0744	2352546.1153
40	205975.6153	2352576.5270	203	205985.6816	2352552.2579	366	205967.0322	2352546.2845
41	205975.6882	2352576.4823	204	205985.7201	2352552.1845	367	205966.7190	2352548.2598

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 05								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
42	205975.7524	2352576.4258	205	205985.7702	2352552.1184	368	205966.4059	2352550.2351
43	205975.8061	2352576.3593	206	205985.8306	2352552.0616	369	205966.3937	2352550.4078
44	205975.8476	2352576.2846	207	205985.8995	2352552.0155	370	205966.4114	2352550.5799
45	205975.8758	2352576.2038	208	205985.9750	2352551.9814	371	205966.4586	2352550.7465
46	205975.9039	2352576.1231	209	205986.0552	2352551.9603	372	205966.5338	2352550.9024
47	205975.9455	2352576.0484	210	205986.1377	2352551.9527	373	205966.6347	2352551.0430
48	205975.9991	2352575.9819	211	205986.2204	2352551.9588	374	205966.7584	2352551.1641
49	205976.0633	2352575.9254	212	205991.2852	2352552.7617	375	205966.9011	2352551.2620
50	205976.1362	2352575.8807	213	205991.3686	2352552.7825	376	205967.0585	2352551.3339
51	205976.2156	2352575.8491	214	205991.4473	2352552.8171	377	205967.1948	2352551.3941
52	205976.2992	2352575.8315	215	205991.6704	2352551.6008	378	205967.3205	2352551.4739
53	205976.3847	2352575.8283	216	205991.5871	2352551.5946	379	205967.4331	2352551.5715
54	205981.5299	2352576.0807	217	205989.8144	2352551.3136	380	205967.5299	2352551.6847
55	205981.5989	2352576.0865	218	205989.7314	2352551.2930	381	205967.6088	2352551.8110
56	205981.6160	2352576.0909	219	205989.6532	2352551.2587	382	205967.6680	2352551.9476
57	205981.6321	2352576.0980	220	205989.5819	2352551.2114	383	205967.9290	2352553.5218
58	205981.6468	2352576.1077	221	205989.5197	2352551.1528	384	205968.3786	2352555.0528
59	205981.6597	2352576.1198	222	205989.4684	2352551.0844	385	205968.4001	2352555.1322
60	205981.6705	2352576.1338	223	205989.4296	2352551.0082	386	205968.4082	2352555.2141
61	205981.6788	2352576.1493	224	205989.4042	2352550.9266	387	205968.4028	2352555.2962
62	205981.6844	2352576.1661	225	205989.3932	2352550.8418	388	205968.3840	2352555.3763
63	205981.6871	2352576.1835	226	205989.3821	2352550.7571	389	205968.3524	2352555.4523
64	205981.6869	2352576.2011	227	205989.3568	2352550.6754	390	205968.3087	2352555.5220
65	205981.6838	2352576.2185	228	205989.3179	2352550.5993	391	205968.2541	2352555.5836
66	205981.6779	2352576.2351	229	205989.2666	2352550.5309	392	205968.1902	2352555.6354
67	205981.6693	2352576.2505	230	205989.2044	2352550.4722	393	205968.1228	2352555.6907
68	205981.6583	2352576.2643	231	205989.1332	2352550.4250	394	205968.0660	2352555.7568
69	205981.6451	2352576.2760	232	205989.0549	2352550.3906	395	205968.0215	2352555.8317
70	205981.6302	2352576.2855	233	205988.9719	2352550.3701	396	205967.9908	2352555.9132
71	205981.7884	2352577.5200	234	205988.7545	2352550.3356	397	205967.9746	2352555.9989
72	205981.9296	2352577.4860	235	205988.6692	2352550.3295	398	205967.9736	2352556.0860
73	205982.0746	2352577.4761	236	205988.5841	2352550.3380	399	205967.9877	2352556.1720
74	205982.2191	2352577.4908	237	205988.5018	2352550.3608	400	205968.0165	2352556.2542
75	205982.3591	2352577.5295	238	205988.4245	2352550.3974	401	205968.1051	2352556.4504
76	205982.4906	2352577.5912	239	205988.3546	2352550.4466	402	205968.1425	2352556.5185
77	205982.6099	2352577.6740	240	205988.2940	2352550.5069	403	205968.1901	2352556.5800
78	205982.7136	2352577.7757	241	205988.2447	2352550.5767	404	205968.2466	2352556.6334
79	205982.7988	2352577.8934	242	205988.2080	2352550.6539	405	205968.3106	2352556.6774

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 05								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
80	205984.1109	2352577.6812	243	205988.1712	2352550.7311	406	205968.3808	2352556.7110
81	205984.1168	2352577.3728	244	205988.1219	2352550.8009	407	205968.4553	2352556.7333
82	205984.1701	2352577.0689	245	205988.0614	2352550.8613	408	205968.5323	2352556.7437
83	205984.2695	2352576.7769	246	205987.9915	2352550.9105	409	205968.6100	2352556.7421
84	205984.4126	2352576.5036	247	205987.9142	2352550.9471	410	205968.6865	2352556.7284
85	205985.3666	2352574.8270	248	205987.8318	2352550.9699	411	205968.7676	2352556.7144
86	205984.6869	2352573.9511	249	205987.7468	2352550.9784	412	205968.8500	2352556.7138
87	205984.6038	2352574.0912	250	205987.6615	2352550.9723	413	205968.9312	2352556.7267
88	205984.4991	2352574.2160	251	205984.5573	2352550.4802	414	205969.0093	2352556.7528
89	205984.3756	2352574.3221	252	205981.4532	2352549.9881	415	205969.0820	2352556.7914
90	205984.2364	2352574.4068	253	205981.3702	2352549.9675	416	205969.1475	2352556.8413
91	205984.0853	2352574.4677	254	205981.2920	2352549.9332	417	205969.2038	2352556.9013
92	205983.9264	2352574.5033	255	205981.2207	2352549.8859	418	205969.2495	2352556.9698
93	205983.7638	2352574.5127	256	205981.1585	2352549.8273	419	205969.9113	2352558.0387
94	205983.6018	2352574.4955	257	205981.1072	2352549.7589	420	205970.6721	2352559.0396
95	205983.4448	2352574.4522	258	205981.0684	2352549.6827	421	205970.7703	2352559.1794
96	205983.2969	2352574.3840	259	205981.0430	2352549.6011	422	205970.8433	2352559.3339
97	205983.1620	2352574.2927	260	205981.0320	2352549.5163	423	205970.8889	2352559.4985
98	205983.0437	2352574.1808	261	205981.0209	2352549.4316	424	205970.9058	2352559.6685
99	205982.9451	2352574.0511	262	205980.9956	2352549.3499	425	205970.8935	2352559.8389
100	205982.8690	2352573.9071	263	205980.9567	2352549.2738	426	205970.8524	2352560.0047
101	205982.8172	2352573.7527	264	205980.9054	2352549.2054	427	205970.7837	2352560.1611
102	205982.4165	2352571.9417	265	205980.8433	2352549.1467	428	205970.6893	2352560.3036
103	205982.4072	2352571.8556	266	205980.7720	2352549.0995	429	205970.5721	2352560.4278
104	205982.4130	2352571.7692	267	205980.6937	2352549.0651	430	205970.4597	2352560.5461
105	205982.4336	2352571.6851	268	205980.6108	2352549.0446	431	205970.3680	2352560.6810
106	205982.4683	2352571.6059	269	205980.3933	2352549.0101	432	205970.2995	2352560.8291
107	205982.5163	2352571.5338	270	205980.3080	2352549.0040	433	205970.2560	2352560.9863
108	205982.5759	2352571.4710	271	205980.2229	2352549.0125	434	205970.2386	2352561.1485
109	205982.6455	2352571.4195	272	205980.1406	2352549.0353	435	205970.2479	2352561.3114
110	205982.7229	2352571.3808	273	205980.0633	2352549.0719	436	205970.2834	2352561.4706
111	205982.7988	2352571.3429	274	205979.9934	2352549.1211	437	205970.3444	2352561.6219
112	205982.8672	2352571.2928	275	205979.9329	2352549.1814	438	205970.4292	2352561.7613
113	205982.9262	2352571.2319	276	205979.8835	2352549.2513	439	205971.0159	2352562.4297
114	205982.9740	2352571.1618	277	205979.8468	2352549.3284	440	205971.1160	2352562.5652
115	205983.0093	2352571.0847	278	205979.8100	2352549.4056	441	205971.1919	2352562.7157
116	205983.0310	2352571.0027	279	205979.7607	2352549.4754	442	205971.2415	2352562.8768
117	205983.0386	2352570.9182	280	205979.7002	2352549.5358	443	205971.2633	2352563.0439

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 05								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
118	205983.0318	2352570.8337	281	205979.6303	2352549.5850	444	205971.2567	2352563.2123
119	205982.9939	2352570.6064	282	205979.5530	2352549.6216	445	205971.2220	2352563.3772
120	205982.9729	2352570.5243	283	205979.4706	2352549.6444	446	205971.1600	2352563.5339
121	205982.9384	2352570.4470	284	205979.3856	2352549.6529	447	205971.0726	2352563.6780
122	205982.8914	2352570.3766	285	205979.3003	2352549.6468	448	205970.9623	2352563.8054
123	205982.8331	2352570.3151	286	205977.4699	2352549.3566	449	205969.9149	2352564.8970
124	205982.7653	2352570.2644	287	205977.3122	2352549.3183	450	205969.8540	2352564.9544
125	205982.6899	2352570.2258	288	205977.1628	2352549.2550	451	205969.7843	2352565.0008
126	205982.6091	2352570.2005	289	205977.0256	2352549.1683	452	205969.7079	2352565.0350
127	205982.5252	2352570.1892	290	205976.9042	2352549.0606	453	205969.6268	2352565.0559
128	205982.4394	2352570.1775	291	205976.8019	2352548.9347	454	205969.5434	2352565.0630
129	205982.3570	2352570.1512	292	205976.7212	2352548.7939	455	205969.4600	2352565.0561
130	205982.2803	2352570.1110	293	205976.6644	2352548.6419	456	205969.3788	2352565.0354
131	205982.2117	2352570.0583	294	205976.6329	2352548.4827	457	205969.3023	2352565.0014
132	205982.1532	2352569.9945	295	205976.6276	2352548.3205	458	205969.2230	2352564.9665
133	205982.1066	2352569.9215	296	205976.5633	2352546.1142	459	205969.1388	2352564.9458
134	205982.0733	2352569.8417	297	205976.1584	2352543.9444	460	205969.0523	2352564.9399
135	205982.0542	2352569.7572	298	205975.4227	2352541.8633	461	205968.9660	2352564.9491
136	205981.8682	2352567.6320	299	205974.3739	2352539.9212	462	205968.8827	2352564.9730
137	205981.7357	2352566.1188	300	205974.3040	2352539.7932	463	205968.8047	2352565.0110
138	205981.7672	2352562.4665	301	205974.2534	2352539.6563	464	205968.7345	2352565.0619
139	205981.7795	2352562.3808	302	205974.2233	2352539.5136	465	205968.6741	2352565.1241
140	205981.8065	2352562.2986	303	205974.2143	2352539.3680	466	205968.5373	2352565.2922
141	205981.8472	2352562.2222	304	205974.2266	2352539.2226	467	205968.4886	2352565.3639
142	205981.9006	2352562.1539	305	205975.4633	2352531.4212	468	205968.4531	2352565.4429
143	205981.9648	2352562.0959	306	205975.4757	2352531.2648	469	205968.4317	2352565.5268
144	205982.0382	2352562.0499	307	205975.4634	2352531.1084	470	205968.4251	2352565.6131
145	205982.1184	2352562.0172	308	205975.4268	2352530.9558	471	205968.4335	2352565.6993
146	205982.2030	2352561.9988	309	205975.3667	2352530.8108	472	205968.4566	2352565.7828
147	205982.2858	2352561.9810	310	205975.2848	2352530.6770	473	205968.4938	2352565.8610
148	205982.3645	2352561.9495	311	205975.1829	2352530.5577	474	205968.5439	2352565.9316
149	205982.4367	2352561.9051	312	205975.0636	2352530.4557	475	205968.5926	2352565.9997
150	205982.5003	2352561.8491	313	205974.9298	2352530.3737	476	205968.6292	2352566.0750
151	205982.5536	2352561.7832	314	205974.7848	2352530.3137	477	205968.6528	2352566.1553
152	205982.5950	2352561.7093	315	205974.6323	2352530.2770	478	205968.6626	2352566.2385
153	205982.6233	2352561.6294	316	205968.7063	2352529.3376	479	205968.6584	2352566.3221
154	205982.6377	2352561.5459	317	205968.5324	2352529.3254	480	205968.6403	2352566.4038
155	205982.6592	2352561.2969	318	205968.3590	2352529.3436	481	205968.6088	2352566.4814

PREDIO 207								
POLÍGONO DE CUSTF 05								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
156	205982.6593	2352561.2121	319	205968.1914	2352529.3916	482	205968.5649	2352566.5526
157	205982.6451	2352561.1285	320	205968.0348	2352529.4680	483	205967.8314	2352567.6054
158	205982.6170	2352561.0485	321	205967.8937	2352529.5704	484	205967.8782	2352567.3101
159	205982.5757	2352560.9745	322	205967.7726	2352529.6958	485	205962.4461	2352566.4490
160	205982.5226	2352560.9084	323	205967.6751	2352529.8403	486	205960.2540	2352580.2763
161	205982.4590	2352560.8523	324	205967.6042	2352529.9995	1	205965.6862	2352581.1375
162	205982.3869	2352560.8078	325	205967.5620	2352530.1687	<b>SUPERFICIE 1,325.30 m<sup>2</sup></b>		
163	205982.3083	2352560.7760	326	205966.3094	2352538.0700			

**Tabla 2.9.** Coordenadas delimitantes de los polígonos de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

PREDIO 204								
POLÍGONO DE CUSTF 06								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	206026.1351	2352416.8091	67	206026.8205	2352447.6376	133	206086.8073	2352444.3248
2	205987.7818	2352403.5860	68	206027.2590	2352447.7197	134	206086.4667	2352444.2905
3	205981.2675	2352439.1112	69	206031.7352	2352448.5575	135	206086.1370	2352444.1987
4	205984.7988	2352439.7722	70	206031.6515	2352448.5342	136	206085.8278	2352444.0520
5	205985.9912	2352433.2698	71	206031.5730	2352448.4966	137	206085.5481	2352443.8547
6	205986.0255	2352433.2752	72	206031.5023	2352448.4461	138	206085.3061	2352443.6126
7	205987.1085	2352433.4469	73	206031.4413	2352448.3841	139	206085.1090	2352443.3329
8	205989.0833	2352433.7599	74	206031.3921	2352448.3124	140	206084.9625	2352443.0236
9	205988.6722	2352436.3527	75	206031.3560	2352448.2333	141	206084.8708	2352442.6938
10	205988.0342	2352440.3778	76	206031.3342	2352448.1491	142	206084.8367	2352442.3532
11	205990.9841	2352440.9299	77	206031.3272	2352448.0625	143	206084.8612	2352442.0118
12	205991.4983	2352437.6865	78	206031.3354	2352447.9759	144	206085.4074	2352438.5659
13	205991.5166	2352437.6102	79	206032.5994	2352441.0826	145	206063.7716	2352434.5986
14	205991.5466	2352437.5377	80	206032.6196	2352441.0068	146	206042.3539	2352430.6712
15	205991.5876	2352437.4708	81	206032.6514	2352440.9350	147	206033.7534	2352429.0941
16	205991.6386	2352437.4112	82	206032.6940	2352440.8691	148	206032.8762	2352434.6275
17	205991.6983	2352437.3602	83	206032.7464	2352440.8107	149	206032.8395	2352434.7801
18	205991.7652	2352437.3193	84	206032.8072	2352440.7612	150	206032.7795	2352434.9250
19	205991.8377	2352437.2892	85	206032.8751	2352440.7219	151	206032.6975	2352435.0588
20	205991.9139	2352437.2709	86	206032.9483	2352440.6936	152	206032.5955	2352435.1781
21	205991.9922	2352437.2648	87	206033.0250	2352440.6772	153	206032.4762	2352435.2800
22	205992.0704	2352437.2710	88	206033.1034	2352440.6729	154	206032.3424	2352435.3620
23	205997.3740	2352438.1117	89	206033.1814	2352440.6810	155	206032.1974	2352435.4220
24	205999.5300	2352438.4535	90	206034.4120	2352440.9066	156	206032.0448	2352435.4586

PREDIO 204								
POLÍGONO DE CUSTF 06								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
25	206003.1362	2352439.0252	91	206033.5506	2352446.3404	157	206031.8884	2352435.4709
26	206003.2144	2352439.0314	92	206064.6737	2352452.0474	158	206031.7320	2352435.4586
27	206003.2926	2352439.0252	93	206080.2852	2352454.9101	159	206029.4984	2352435.1045
28	206003.3689	2352439.0069	94	206081.1553	2352449.4212	160	206029.4357	2352435.4996
29	206003.4414	2352438.9769	95	206081.4808	2352449.4552	161	206022.6837	2352434.4292
30	206003.5083	2352438.9359	96	206081.7965	2352449.5417	162	206005.3138	2352431.6755
31	206003.5680	2352438.8850	97	206082.0937	2352449.6786	163	206005.2352	2352431.6564
32	206003.6190	2352438.8253	98	206082.3647	2352449.8621	164	206005.1606	2352431.6249
33	206003.6600	2352438.7584	99	206082.6021	2352450.0873	165	206005.0921	2352431.5817
34	206003.6900	2352438.6860	100	206082.7996	2352450.3483	166	206005.0315	2352431.5280
35	206003.7083	2352438.6097	101	206082.9519	2352450.6380	167	206004.9803	2352431.4653
36	206004.0998	2352436.1405	102	206083.0549	2352450.9486	168	206004.9400	2352431.3951
37	206016.7194	2352438.1411	103	206083.1059	2352451.2719	169	206004.9114	2352431.3194
38	206025.3395	2352439.5076	104	206083.1035	2352451.5991	170	206004.8955	2352431.2400
39	206025.4021	2352439.1126	105	206082.5880	2352457.3569	171	206004.8926	2352431.1591
40	206022.4342	2352438.6421	106	206082.5736	2352457.4395	172	206004.9028	2352431.0788
41	206022.6221	2352437.4569	107	206082.5456	2352457.5185	173	206004.9180	2352430.9993
42	206028.5059	2352438.3896	108	206082.5047	2352457.5917	174	206004.9457	2352430.9233
43	206028.5834	2352438.4083	109	206082.4523	2352457.6570	175	206004.9854	2352430.8527
44	206028.6569	2352438.4391	110	206082.3896	2352457.7127	176	206005.0360	2352430.7895
45	206028.7245	2352438.4811	111	206082.3185	2352457.7571	177	206005.0961	2352430.7352
46	206028.7847	2352438.5334	112	206082.2411	2352457.7890	178	206005.1641	2352430.6914
47	206028.8357	2352438.5945	113	206082.1593	2352457.8075	179	206005.2384	2352430.6591
48	206028.8764	2352438.6630	114	206082.0757	2352457.8122	180	206005.3169	2352430.6393
49	206028.9057	2352438.7371	115	206081.9924	2352457.8029	181	206005.3975	2352430.6323
50	206028.9229	2352438.8149	116	206086.7325	2352458.6035	182	206005.4782	2352430.6385
51	206028.9275	2352438.8944	117	206086.7149	2352458.5819	183	206005.8666	2352430.7000
52	206028.9195	2352438.9736	118	206086.6296	2352458.4327	184	206010.6911	2352431.4649
53	206028.7953	2352439.6505	119	206086.5699	2352458.2716	185	206011.7926	2352431.6395
54	206028.4448	2352441.5621	120	206086.5372	2352458.1030	186	206016.0989	2352432.3222
55	206027.6665	2352445.8067	121	206087.7247	2352444.8389	187	206022.8481	2352433.3921
56	206027.4478	2352446.9991	122	206087.7253	2352444.7565	188	206023.3569	2352430.1822
57	206027.4043	2352447.2363	123	206087.7123	2352444.6750	189	206021.7719	2352429.9309
58	206027.3841	2352447.3123	124	206087.6860	2352444.5968	190	206021.7308	2352429.9244
59	206027.3522	2352447.3842	125	206087.6473	2352444.5240	191	206021.2968	2352429.8556
60	206027.3094	2352447.4502	126	206087.5971	2352444.4585	192	206021.3670	2352429.4126
61	206027.2569	2352447.5087	127	206087.5369	2352444.4022	193	206021.4769	2352428.7198
62	206027.1958	2352447.5582	128	206087.4682	2352444.3565	194	206021.4643	2352428.6672

PREDIO 204								
POLÍGONO DE CUSTF 06								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
63	206027.1276	2352447.5975	129	206087.3929	2352444.3228	195	206021.7076	2352428.7058
64	206027.0542	2352447.6257	130	206087.3131	2352444.3019	196	206024.1868	2352429.0988
65	206026.9773	2352447.6420	131	206087.2309	2352444.2944	197	206025.1498	2352423.0246
66	206026.8987	2352447.6460	132	206087.1487	2352444.3005	1	206026.1351	2352416.8091
<b>SUPERFICIE 2,095.07 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 2.4.** Entre ambos predio 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 derivados de fallas esporádicas de maquinaria y del uso de pinturas. En caso pertinente, se contratarán los servicios especializados de alguna empresa recolectora especializada de la ciudad de Progreso, con la frecuencia necesaria 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 \$ 10,000,000.00 pesos.

	Total	Infraestructura	Prevención y mitigación
Inversión en pesos	\$10,000,000.00	\$9,000,000.00	\$1,000,000.00

La inversión para la realización del proyecto se estima en \$10,000,000.00 M.N, destinados de la siguiente manera, \$9,000,000.00 para compra de insumos y mano de obra para la construcción de la obra, y \$1,000,000 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 puede observar en la tabla siguiente:

**Tabla 2.10.** Descripción de las obras y áreas del presente proyecto (Etapa I del plan maestro).

OBRAS	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
ANDENES DE SERVICIO	405.9	0.04059	1.89
PATIO DE MANIOBRAS	467.9	0.04679	2.17
VESTÍBULO DE ACCESO/SALIDA	217.3	0.02173	1.01
CONTROL DE ACCESO	19	0.0019	0.09
BAÑOS VESTÍBULO	4.5	0.00045	0.02
TIENDAS	108	0.0108	0.50
ADMINISTRACIÓN	86.5	0.00865	0.40
ESTACIONAMIENTO ADMIN	63.3	0.00633	0.29
ENFERMERÍA	17.5	0.00175	0.08
PARKING AMBULANCIA	40	0.004	0.19
RESTAURANT 1	201	0.0201	0.93
RESTAURANT 2	230	0.023	1.07
COCINA REST 2	64.5	0.00645	0.30
GRANJA	42.6	0.00426	0.20
RAPPEL	20	0.002	0.09

<b>OBRAS</b>	<b>SUPERFICIE (m<sup>2</sup>)</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
ÁREA DE PINTURA	16.6	0.00166	0.08
DESCANSO	53.2	0.00532	0.25
ÁREA DE FOTOGRAFÍAS	11.5	0.00115	0.05
TEQUILA TASTING	95	0.0095	0.44
SPA	95.7	0.00957	0.44
VILLAS	280	0.028	1.30
SNACK BAR	120	0.012	0.56
POOL BAR	50	0.005	0.23
ALBERCA	270	0.027	1.25
JACUZZIS	24.4	0.00244	0.11
ÁREA DE FUTBOLITOS	27	0.0027	0.13
BAR PLAYA	59	0.0059	0.27
BAÑOS GENERALES	214	0.0214	0.99
LOCKERS	40	0.004	0.19
MUSEO DEL CRÁTER	80	0.008	0.37
CAMINOS INTERNOS	6,016.84	0.601684	27.96
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>9,441.24</b>	<b>0.944124</b>	<b>43.87</b>
ÁREA DE CONSERVACIÓN	6,342.06	0.6342	29.47
ÁREA DE CRECIMIENTO A FUTURO	5,739.40	0.5739	26.67
<b>TOTAL DEL PREDIO</b>	<b>21,522.70</b>	<b>2.152270</b>	<b>100.00</b>

Como se ya se mencionó anteriormente el área total del predio donde se llevará a cabo el proyecto Construcción del Centro Turístico “Playa Pachanga” es de 21,522.70 m<sup>2</sup> (2.152270 ha), de los cuales el presente proyecto ocupará una superficie de 9,441.24 m<sup>2</sup> (0.944124 ha), tal como se puede observar en la Tabla siguiente.

Es importante mencionar que esta última superficie 9,441.24 m<sup>2</sup> (0.944124 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 6,342.06 m<sup>2</sup> (0.6342 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 último se mantendrá una superficie de 5,739.40 m<sup>2</sup> (0.5739 ha) que será considerada como de crecimiento a futuro.

A continuación se puede observar el área del proyecto el cual se verá afectado por las actividades propias del proyecto (vialidades).

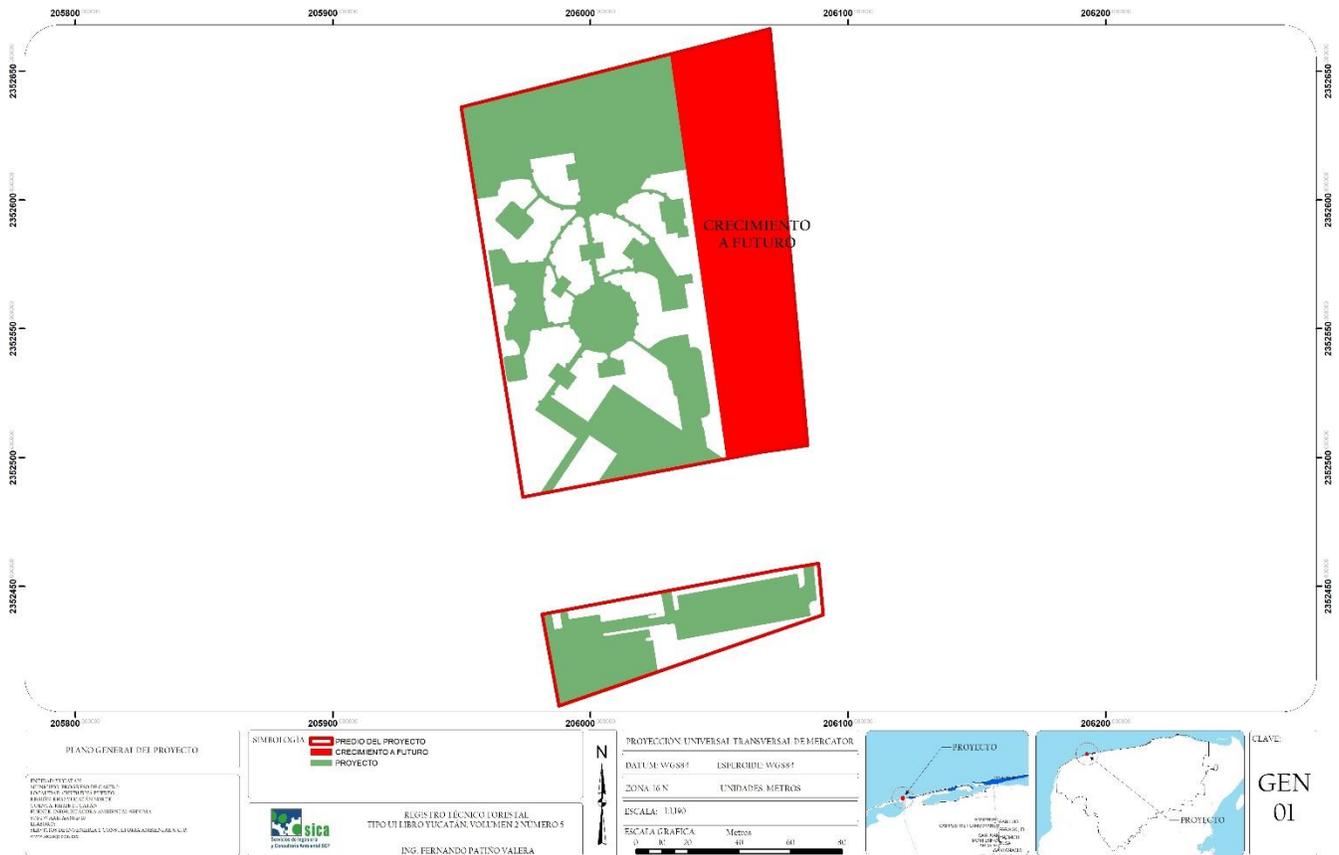


Figura 2.5. Usos pretendidos en el trazo del proyecto, en donde se puede observar el área forestal a afectar.

## II.2.2 Representación Gráfica Regional

De acuerdo al Art. 7. Fracción XI de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, la Cuenca hidrologico-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 hidrologica forestal denominada RH32-B Yucatán:

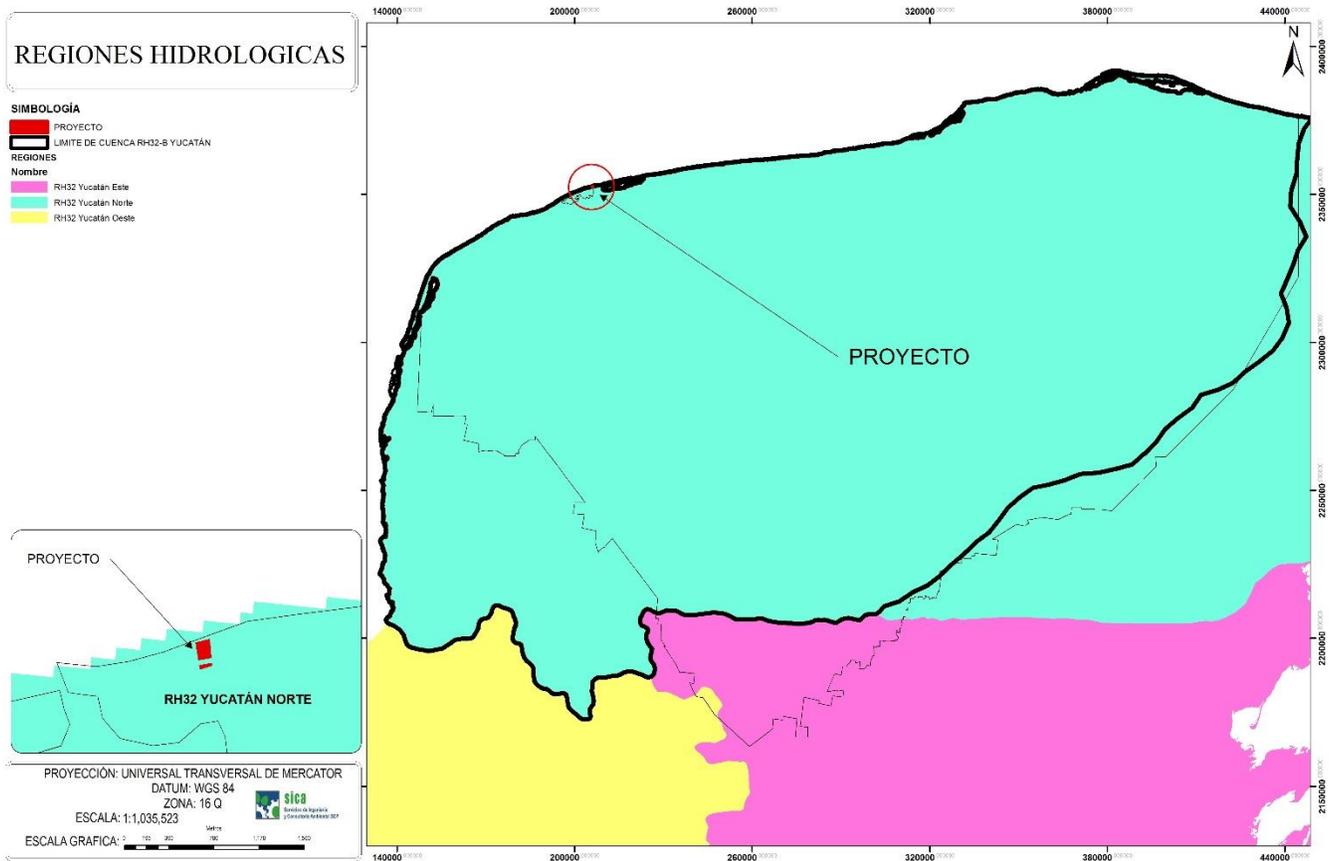


Figura 2.6. Ubicación del predio en la Subcuenca Rh32-B Yucatán.

### II.2.3 Representación Gráfica Local

El proyecto **Construcción de Centro Turístico “Playa Pachanga”**, estará ubicado al Norte de la ciudad de Mérida, en terrenos de propiedad privada ubicados en el poblado de Komchén, perteneciente al municipio de Mérida, Yucatán, en los tablares catastrales, 43509 y 43513.

El polígono general en donde se encuentra inmerso el conjunto predios bajo estudio tiene una superficie total de 449,551.96 m<sup>2</sup> (44.9551 ha), cuyas coordenadas UTM (zona 16 Q) delimitante son las que a continuación se presenta:

**Tabla 2.11.** Coordenadas principales del polígono general en donde se encuentra inmerso el conjunto de predios bajo estudio.

POLÍGONO 1			POLÍGONO 2		
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	205949.7752	2352635.9808	1	205981.2675	2352439.1112
2	206069.6189	2352666.4184	2	206073.1626	2352456.3117
3	206084.2897	2352504.6635	3	206088.4741	2352458.8976
4	206066.1820	2352502.0256	4	206090.2628	2352438.9184
5	205973.7738	2352484.5983	5	205987.7818	2352403.5860
1	205949.7752	2352635.9808	1	205981.2675	2352439.1112

**Superficie Total del Polígono del Proyecto: 21,522.70 m<sup>2</sup> (2.1523 ha)**

Cabe mencionar a pesar de que el predio cuenta con 449,551.96 m<sup>2</sup> (44.9551 ha), el proyecto para el trazo del presente proyecto (Etapa I del plan maestro) que consta de las vialidades principales (Avenidas principales, avenidas secundarias y calles terciarias), banquetas, camellones y rotonda, acceso, parques, áreas verdes (de vialidades y parques) y un jardín botánico de cactáceas de la región rescatadas en las áreas de CUS, únicamente consta de una superficie de 168,862.02 m<sup>2</sup> (16.886202 ha), cuya representatividad es del 37.56% respecto al área total del predio, la cual es la que será sometida para el cambio de uso de suelo.



**Figura 2.7.** 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 21,522.70 m<sup>2</sup> (2.1523 ha); mientras que el área de afectación por las obras del presente proyecto es de 9,441.24 m<sup>2</sup> (0.944124 ha), la cual contempla de igual forma un área de crecimiento a futuro con una superficie de 5,739.40 m<sup>2</sup> (0.5739 ha), así como un área de conservación que ocupara 6,342.06 m<sup>2</sup> (0.6342 ha). El terreno presenta una dominancia de especies herbáceas, arbustivas con vocación forestal.

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.

Se requerirá de la excavación de cepas de cimentación para las zapatas de los pilotes que sostendrán algunas de las construcciones. Para esto no será necesario el uso de maquinaria pesada, sino únicamente herramienta manual como picos y palas que serán utilizadas por una cuadrilla de obreros.

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 desmote, 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 desmote.

**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 desmote, 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 desmote.

## **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. Dichos caminos estarán acompañados de cubiertas apergoladas de madera, con la finalidad de delimitar las áreas de conservación del proyecto. Los pisos de los recorridos en su mayoría serán de terreno natural y en zonas localizadas mediante tabloncillos de madera.

**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 con mampostería entera 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 realizarán 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, juntado 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 (0.944124 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 11 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.

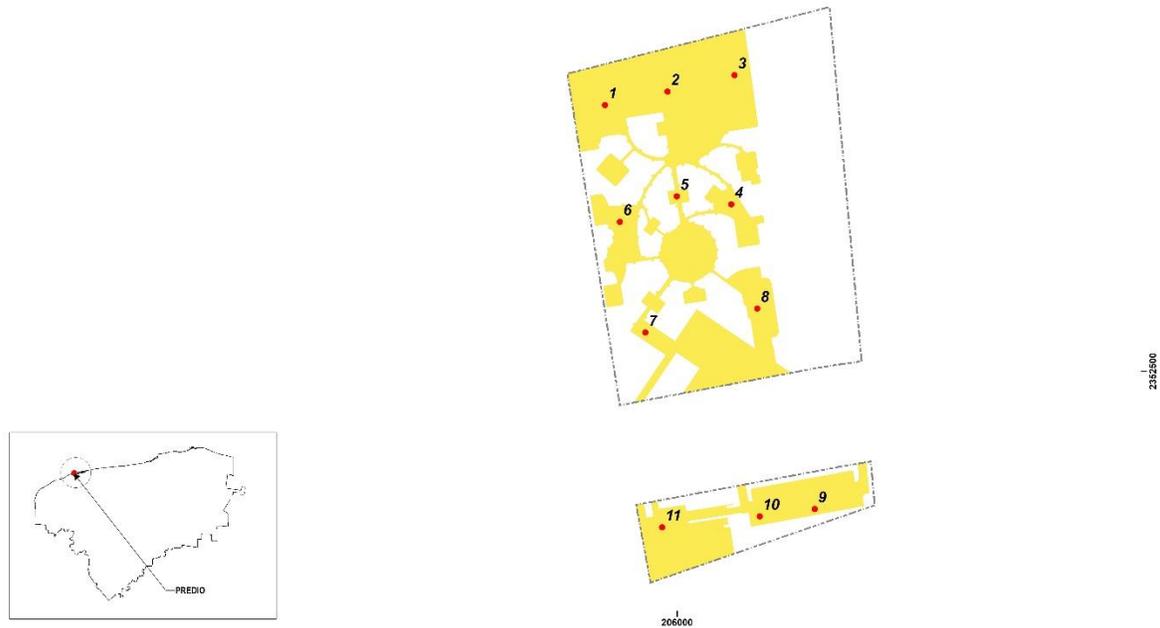
**Tabla 2.12.** Coordenadas UTM Zona 16Q que muestra la ubicación de los sitios de muestreo levantados en el predio bajo estudio.

CUADRANTES	X	Y
1	205967.0308	2352621.6301
2	205995.5444	2352627.8113
3	206026.1963	2352635.2533
4	206024.7329	2352576.3290
5	205999.8993	2352580.0373
6	205973.8764	2352568.3278
7	205985.5114	2352517.7870
8	206036.5906	2352528.7473
9	206062.8616	2352437.1983
10	206037.7664	2352433.8807
11	205993.2157	2352428.9174

• SITIOS  
 PREDIO  
 ÁREA DE CUSTF

SITIOS DE MUESTREO

PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR  
 DATUM: WGS 84  
 ESCALA: 1:1,200  
 ESCALA GRÁFICA:



**Figura 2.8.** Distribución de los sitios de Inventario forestal (cuadrantes) dentro del área de CUSTF.

### 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 2.13.** Familias, especies identificadas y número de individuos por hectárea.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Juluub	7,013
Acanthaceae	<i>Dicliptera sexangularis</i> (L.) Juss.	K'u wech	19
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Ch'elem	983
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Ts'a'aykann	2,152
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb	Azucena de agua	19
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	93
Bataceae	<i>Batis marítima</i> L.	Ts'aay kaan	872
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	K'opte	19
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Tsakan	223
Cactaceae	<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose) Orcutt	K'iix pak'am	19
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	19
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose, ssp. <i>Donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer	Koj kaan	223
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	186
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz	ND	705
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	74
Compositae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook	6,735
Compositae	<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	K'an mul	186
Compositae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw, anis xiiw	631
Compositae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukiil	19
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Riñonina	19
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	148
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	223
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	241
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo	111
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	2,597
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up	130
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Bisil	56
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil	779
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Llave & Lex.) G. A. Romero & Carnevali.	Caña de jabalí	148
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok	19
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	1,095
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk	297

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene. var. <i>spicata</i>	Baakel aak'	4,174
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Ni' che'	19
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	1,076
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	Pats'il	74
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le'	37
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Mo'ol peek	445
<b>TOTAL</b>			<b>31,874</b>

Como puede observarse en la anterior, se registraron 31,874 individuos de plantas en una hectárea. Siendo la especie más abundante el *Bravaisia berlandieriana* con 7,013 individuos, seguida por *Ambrosia hispida* con 6,735 y *Distichlis spicata* con 4,174 individuos, entre las más importantes.

## COBERTURA ABSOLUTA

Con base en los parámetros obtenidos en los 11 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 2.14.** 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</i> (Nees) T.F. Daniel	Juluub	464.897
Acanthaceae	<i>Dicliptera sexangularis</i> (L.) Juss.	K'u wech	0.291
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Ch'elem	61.637
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Ts'a'aykann	67.611
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb	Azucena de agua	3.643
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	2.394
Bataceae	<i>Batis marítima</i> L.	Ts'aay kaan	36.574
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	K'opte	0.210
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Tsakan	13.720
Cactaceae	<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose) Orcutt	K'iix pak'am	0.146
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	5.246
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose, ssp. <i>Donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer	Koj kaan	14.426
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	20.254
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz	ND	46.508
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	2.331

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	COBERTURA ABSOLUTA (m <sup>2</sup> )
Compositae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook	186.514
Compositae	<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	K'an mul	5.829
Compositae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw, anis xiiw	19.817
Compositae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukiil	1.311
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Riñonina	0.874
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	4.663
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	39.197
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	11.994
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo	5.974
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	172.785
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up	9.326
Malvaceae	<i>Malviscus arboreus</i> Cav.	Bisil	4.226
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil	24.480
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Llave & Lex.) G. A. Romero & Carnevali.	Caña de jabalí	27.686
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok	0.510
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	34.388
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk	9.326
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene. var. <i>spicata</i>	Baakel aak'	32.786
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Ni' che'	2.331
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	28.235
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	Pats'il	3.655
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le'	4.663
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Mo'ol peek	25.063
			<b>1,395.520</b>

Como se puede observar en el predio bajo estudio en el área que se solicita para CUSTF se tiene una cobertura absoluta de 1,395.520 m<sup>2</sup> por hectárea.

Considerando los valores estimados de cobertura absoluta por hectárea presentado anteriormente y tomando en cuenta la superficie forestal (0.944124 ha), se pueden estimar la cobertura vegetal a removerse por el CUSTF que se solicita y que pueden observarse en la tabla siguiente:

**Tabla 2.15.** Cobertura absoluta para la superficie considerada como forestal (0.944124 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	Juluub	6621	438.921
Acanthaceae	<i>Dicliptera sexangularis</i> (L.) Juss.	K'u wech	18	0.275
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Ch'elem	928	58.193
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Ts'a'aykan n	2032	63.833
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb	Azucena de agua	18	3.439
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	88	2.260
Bataceae	<i>Batis marítima</i> L.	Ts'aay kaan	823	34.531
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	K'opte	18	0.198
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Tsakan	210	12.954
Cactaceae	<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose) Orcutt	K'iix pak'am	18	0.138
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	18	4.953
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose, ssp. <i>Donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer	Koj kaan	210	13.620
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	175	19.123
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz	ND	666	43.909
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	70	2.201
Compositae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook	6358	176.092
Compositae	<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	K'an mul	175	5.503
Compositae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw, anis xiiw	596	18.710
Compositae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukiil	18	1.238
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Riñonina	18	0.825
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	140	4.402
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	210	37.007
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	228	11.324
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo	105	5.640
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	2452	163.130
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up	123	8.805
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Bisil	53	3.990

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	COBERTURA ABSOLUTA (m <sup>2</sup> )
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil	736	23.112
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Llave & Lex.) G. A. Romero & Carnevali.	Caña de jabalí	140	26.139
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok	18	0.482
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	1033	32.467
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk	280	8.805
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene. var. <i>spicata</i>	Baakel aak'	3941	30.954
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Ni' che'	18	2.201
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	1016	26.657
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	Pats'il	70	3.450
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le'	35	4.402
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Mo'ol peek	420	23.662
<b>TOTAL</b>			<b>30,093</b>	<b>1,317.544</b>

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 30,093 individuos de plantas con una cobertura absoluta de **1,317.544 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 2.16.** Conjunto de predios en los que se pretende realizar el CUSTF.

PREDIO	POLÍGONO CUSTF	SUPERFICIE CUSTF	
		m <sup>2</sup>	Ha
207	01, 02, 03, 04, y 05	7,346.17	0.734617
204	06	2,095.07	0.209507
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>		<b>9,441.24</b>	<b>0.944124</b>

Con la información del conjunto de predio que contienen la vegetación forestal y con los valores de Volumen Total Árbol (VTA) estimados por hectárea, se construyó la tabla siguiente donde se pueden apreciar los volúmenes por especie que contiene cada uno de los predios.

**Tabla 2.17.** Total árbol por especie contenido en los predios que integran el conjunto de predios bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	COBERTURA (m <sup>2</sup> /ha)	VTA Predio 207 (0.734617 ha)	VTA Predio 204 (0.209507 ha)
<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Juluub	464.897	341.522	97.399
<i>Dicliptera sexangularis</i> (L.) Juss.	K'u wech	0.291	0.214	0.061
<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Ch'elem	61.637	45.280	12.913
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Ts'a'aykann	67.611	49.668	14.165
<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb	Azucena de agua	3.643	2.676	0.763
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	2.394	1.759	0.502
<i>Batis marítima</i> L.	Ts'aay kaan	36.574	26.868	7.663
<i>Cordia sebestena</i> L.	K'opte	0.210	0.154	0.044
<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Tsakan	13.720	10.079	2.875
<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose) Orcutt	K'iix pak'am	0.146	0.107	0.031
<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	5.246	3.854	1.099
<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose, ssp. <i>Donkelaarii</i> Salm Dyck Ralf Bauer	Koj kaan	14.426	10.597	3.022
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	20.254	14.879	4.243
<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz	ND	46.508	34.165	9.744
<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	2.331	1.713	0.488
<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook	186.514	137.016	39.076
<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	K'an mul	5.829	4.282	1.221
<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw, anis xiiw	19.817	14.558	4.152
<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukiil	1.311	0.963	0.275
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Riñonina	0.874	0.642	0.183
<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	4.663	3.425	0.977
<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	39.197	28.795	8.212
<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	11.994	8.811	2.513
<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo	5.974	4.389	1.252
<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	172.785	126.931	36.200
<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up	9.326	6.851	1.954
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Bisil	4.226	3.104	0.885
<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil	24.480	17.983	5.129
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Llave & Lex.) G. A. Romero & Carnevali.	Caña de jabalí	27.686	20.338	5.800
<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok	0.510	0.375	0.107
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	34.388	25.262	7.205

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	COBERTURA (m <sup>2</sup> /ha)	VTA Predio 207 (0.734617 ha)	VTA Predio 204 (0.209507 ha)
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk	9.326	6.851	1.954
<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene. var. <i>spicata</i>	Baakel aak'	32.786	24.085	6.869
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Ni' che'	2.331	1.713	0.488
<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	28.235	20.742	5.915
<i>Suriana maritima</i> L.	Pats'il	3.655	2.685	0.766
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le'	4.663	3.425	0.977
<i>Lantana camara</i> L.	Mo'ol peek	25.063	18.412	5.251
<b>TOTAL</b>		<b>1,395.520</b>	<b>1,025.173</b>	<b>292.371</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.

#### ESPECIES Y VOLÚMENES PRESENTES DENTRO DEL ÁREA SUJETA A CUSTF

De acuerdo a las estimaciones expresadas en apartados anteriores de este documento, las coberturas por especie estimada para la superficie considerada como forestal (0.944124 ha) en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto, se puede observar en la Tabla 2.19 siguiente:

**Tabla 2.18.** Cobertura absoluta para la superficie considerada como forestal (0.944124 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	Juluub	6621	438.921
Acanthaceae	<i>Dicliptera sexangularis</i> (L.) Juss.	K'u wech	18	0.275
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Ch'elem	928	58.193
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Ts'a'aykan n	2032	63.833
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb	Azucena de agua	18	3.439
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	88	2.260
Bataceae	<i>Batis marítima</i> L.	Ts'aay kaan	823	34.531
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	K'opte	18	0.198
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Tsakan	210	12.954
Cactaceae	<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose) Orcutt	K'iix pak'am	18	0.138
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	18	4.953

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	COBERTURA ABSOLUTA (m <sup>2</sup> )
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose, ssp. <i>Donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer	Koj kaan	210	13.620
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	175	19.123
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz	ND	666	43.909
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	70	2.201
Compositae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook	6358	176.092
Compositae	<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	K'an mul	175	5.503
Compositae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw, anis xiiw	596	18.710
Compositae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukiil	18	1.238
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Riñonina	18	0.825
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	140	4.402
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	210	37.007
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	228	11.324
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo	105	5.640
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	2452	163.130
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up	123	8.805
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Bisil	53	3.990
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil	736	23.112
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Llave & Lex.) G. A. Romero & Carnevali.	Caña de jabalí	140	26.139
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok	18	0.482
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	1033	32.467
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk	280	8.805
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene. var. <i>spicata</i>	Baakel aak'	3941	30.954
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Ni' che'	18	2.201
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	1016	26.657
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	Pats'il	70	3.450
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le'	35	4.402
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Mo'ol peek	420	23.662
<b>TOTAL</b>			<b>30,093</b>	<b>1,317.544</b>

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, 30,093 individuos de plantas con un cobertura absoluta de 1,317.544 m<sup>2</sup>.

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 2.19.** Número de individuos, precio unitario y precio total por especie para la superficie considerada como forestal (0.944124 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	Juluub	6621	1.00	6,621.13
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Ch'elem	18	5.00	87.58
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Ts'a'aykann	928	5.00	4,641.80
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima</i> (Mart.) Chodat & Hassl.	Sak mul	2032	0.00	0.00
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. var. <i>diffusa</i>	Pluma	18	25.00	437.91
Amaranthaceae	<i>Blutaparon vermiculare</i> (L.) Mears. var. <i>vermiculare</i>	ND	88	15.00	1,313.72
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb	Azucena de agua	823	0.00	0.00
Anacardiaceae	<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	18	20.00	350.32
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an	210	10.00	2,101.95
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it	18	40.00	700.65
Bataceae	<i>Batis marítima</i> L.	Ts'aay kaan	18	5.00	87.58
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	K'opte	210	1.00	210.19
Bromeliaceae	<i>Tillandsia dasyliiriifolia</i> Baker	Xch'u'	175	5.00	875.81
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Tsakan	666	5.00	3,328.08
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Pak'am	70	5.00	350.32

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS EN EL ÁREA DE CUSTF	COSTO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa (L.) L.</i>	Chuchuc ché	6358	0.00	0.00
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco L.</i>	Icaco	175	0.00	0.00
Commelinaceae	<i>Commelina erecta L.</i>	Paj ts'a	596	0.00	0.00
Compositae	<i>Ambrosia hispida Pursh.</i>	Muuch' kook	18	0.00	0.00
Compositae	<i>Bidens pilosa L.</i>	K'an tumbuub	18	10.00	175.16
Compositae	<i>Flaveria linearis Lag.</i>	K'an lool xiiw	140	5.00	700.65
Compositae	<i>Melanthera nivea (L.) Small.</i>	Levisa xiiw	210	30.00	6,305.84
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae (L.) R. Br.</i>	Riñonina	228	15.00	3,415.66
Euphorbiaceae	<i>Croton flavens L.</i>	Ek' balam	105	5.00	525.49
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus Jacq.</i>	Sak chuum	2452	10.00	24,522.70
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri (L.) Vahl.</i>	Chunup	123	35.00	4,291.47
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis L.</i>	K'an le' kay	53	35.00	1,839.20
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria L.</i>	Ya'ax k'iin che'	736	0.00	0.00
Leguminosae	<i>Canavalia rosea (Sw.) DC.</i>	Frijolillo	140	20.00	2,802.59
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense Britton in Britton &amp; Rose.</i>	Ya'ax k'aax	18	20.00	350.32
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum L.</i>	Taman ch'up	1033	0.00	0.00
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus Cav.</i>	Bisil	280	0.00	0.00
Menispermaceae	<i>Hyperbaena winzerlingii Standl.</i>	K'ooch' kitam	3941	0.00	0.00
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida L.</i>	Túubok	18	30.00	525.49
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus L.</i>	Mul	1016	25.00	25,398.51
Poaceae	<i>Chloris inflata Link.</i>	Am su'uk	70	30.00	2,101.95
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.</i>	Chimes su'uk	35	15.00	525.49
Poaceae	<i>Distichlis spicata (L.) E. Greene. var. spicata</i>	Baakel aak'	420	5.00	2,101.95
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera (L.) L.</i>	Ni' che'	6621	1.00	6,621.13
Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus Vahl. ssp. racemosus</i>	Tamk'as che'	18	5.00	87.58
Solanaceae	<i>Lycium carolinianum Walter.</i>	Ch'ilib tux	928	5.00	4,641.80
Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora L.</i>	Boox	2032	0.00	0.00

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS EN EL ÁREA DE CUSTF	COSTO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
Solanaceae	<i>Solanum donianum Walp.</i>	Chal che'	18	25.00	437.91
Surianaceae	<i>Suriana maritima L.</i>	Pats'il	88	15.00	1,313.72
Verbenaceae	<i>Lantana camara L.</i>	Mo'ol peek	823	0.00	0.00
Zigophyllaceae	<i>Tribulus cistoides L.</i>	Chan koj xnuk	18	20.00	350.32
<b>TOTAL</b>			<b>30,093</b>		<b>96,689.51</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 \$96,689.51 pesos.

**VALOR DE LOS RECURSOS (PLANTAS) FORESTALES.** En resumen los productos forestales derivados del CUSTF representan un valor estimado de **\$96,689.51** distribuido como puede apreciarse en la tabla siguiente.

**Tabla 2.20.** 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>96,689.51</b>
<b>SUMA</b>	<b>96,689.51</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 (0.944124 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 2.21.** Estimación económica de la fauna silvestre observada en el predio del proyecto.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. Ind. Observados	No. Ind. Probables	Costo por ind. (\$)	Total (\$)
REPTILES	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Merech	7	28	50	1,400.00
REPTILES	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija caf	5	20	10	200.00
REPTILES	<i>Holcosus undulata</i>	Ameiva metálica	3	12	250	3,000.00

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. Ind. Observados	No. Ind. Probables	Costo por ind. (\$)	Total (\$)
REPTILES	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Merech rayado	4	16	150	2,400.00
AVES	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	13	43	50	2,150.00
AVES	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	6	20	45	900.00
AVES	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	1	3	70	210.00
AVES	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	3	10	100	1,000.00
AVES	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	5	17	70	1,190.00
AVES	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	2	7	50	350.00
AVES	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco	2	7	100	700.00
AVES	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	2	7	150	1,050.00
AVES	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	7	23	100	2,300.00
AVES	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	3	10	50	500.00
AVES	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirin de carolina	2	7	50	350.00
AVES	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azulgris	4	13	50	650.00
AVES	<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	3	10	50	500.00
AVES	<i>Mimus gilvus</i>	Zenzontle tropical	17	57	50	2,850.00
AVES	<i>Setophaga erithacorides</i>	Chipe de manglar	1	3	150	450.00
AVES	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	8	27	40	1,080.00
AVES	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	2	7	120	840.00
AVES	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	6	20	120	2,400.00
<b>TOTAL</b>						<b>26,470.00</b>

<sup>A</sup> Número de individuos registrados en los sitios de muestreo trazados en el predio con una superficie de 0.24 ha para reptiles y 0.282744 ha para aves.

<sup>B</sup> Número de individuos registrados en toda la superficie sometida a CUSTF 0.944124 ha).

S/V= Sin valor en las tiendas de mascotas.

Si se vendieran los ejemplares considerados en la tabla anterior, se obtendrían aproximadamente \$26,470 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 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

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

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 de el 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:

<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.

**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:

**Bioteconología 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 <sup>TM</sup> 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 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 2.22.** 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	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 (0.944124 ha) asciende a la cantidad de \$ 123,159.51 pesos.

## II.2.9 Operación y Mantenimiento

Una vez que la casa haya iniciado la operación del centro turístico, las actividades de mantenimiento de la misma son responsabilidad del propietario de ésta, por lo que no se presenta un programa específico para el mantenimiento e estas instalaciones ya que se asume será suministrado cada vez que el propietario considere que lo requiera la estructura. Las principales actividades para la operación y mantenimiento propuestas por el propietario, se detallan a continuación:

### **Hospedaje y alimentación:**

Durante la temporada vacacional y durante todo el año, se espera la estancia de turistas al sitio del proyecto, ya que el fin de este proyecto es que sea un sitio de pasadía y estancia que sirva como sitio de descanso. Se contemplan igual actividades cotidianas, tales como preparación de alimentos, uso de sanitarios, uso de servicios de aseo, zona de recreo.

### **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:**

Se efectuarán mantenimientos periódicos del lugar, así como a todas las áreas de servicios en lo relativo a los servicios sanitarios y suministro de energía.

## 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 2.23.** 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 (desmote 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 2.24.** 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:

#### Etapas 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 2.25.** 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 urbana	m <sup>3</sup>	No determinado	Estéticos y riesgos de accidentes
	Orgánicos producto de la alimentación de empleados	gr/obrero	100	Insectos, malos olores, estéticos, lixiviados
	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 de la presente manifestación, 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 no está programada la instalación de industrias.

**Residuos municipales.-** Los residuos municipales son producto de la jardinería y basura de calles. Estos residuos 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 las vialidades, 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 las vialidades 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



## **ÍNDICE**

---

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).....	8
III.2.1	Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) .....	8
III.2.2	Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY).....	16
III.3	DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	24
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)**

De la **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

Del **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.

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

**ART. 9º.-** Los promoventes deberán 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.

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

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

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

De la **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”.

**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”.

Del **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.

El derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo, con motivo del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, se podrá acreditar con la documentación que establezcan las disposiciones aplicables en materia petrolera.

**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.

**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.

**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.

**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.

- **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.

De la **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 conservara la faja de 20 metros que comprende el área federal marítimo terrestre (Ver plano topográfico Anexo 2).*

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 solicitaran los permisos necesarios para el aprovechamiento del agua que será utilizada durante la operación del proyecto.*

Del **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.*

De la **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.*

Del **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 promovente 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.

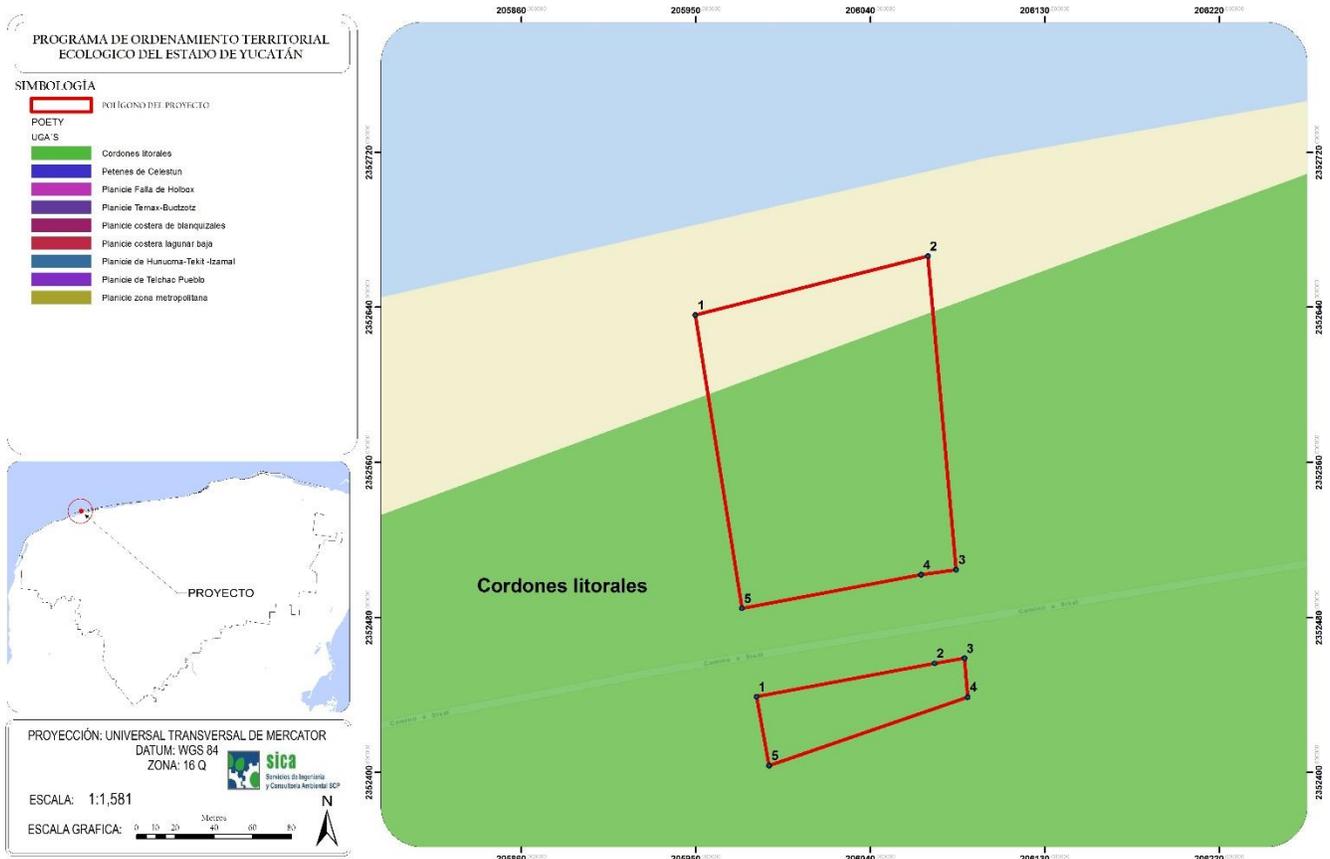
En otras palabras el POETY, se establece el “Modelo de Desarrollo Territorial” o “Modelo de Ocupación del Territorio” para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial.

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 smm; 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.

USOS	
<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 uso compatible del suelo en el área de estudio es el de TURISMO ALTERNATIVO Y DE PLAYA. Por lo que de acuerdo a esto, el proyecto es viable y factible ambientalmente debido a que el uso de suelo será para la CONSTRUCCIÓN DE UN SITIO TURÍSTICO cuya principal actividad es realizar actividades turísticas de baja intensidad, contribuyendo al cumplimiento del uso del suelo en la zona bajo estudio. 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)**

PROTECCIÓN		
Criterios y recomendaciones de manejo.	VINCULACIÓN	
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 centro turístico, 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 centro turístico compatibles 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>

PROTECCIÓN		
Criterios y recomendaciones de manejo.	VINCULACIÓN	
5	<p>No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológicoinfecciosos.</p>	<p><i>NO APLICA. El presente proyecto no pretende realizar actividades las cuales confíen algún tipo de desecho de este tipo mencionado en el 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 amortiguamiento del proyecto como abono.</i></p> <p><i>Dicho lo anterior no se efectuaran 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>

PROTECCIÓN		
Criterios y recomendaciones de manejo.		VINCULACIÓN
12	Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	<i>El presente proyecto contempla una superficie de amortiguamiento o crecimiento a futuro de 5,739.41 m<sup>2</sup>, así como un área de conservación con una superficie 8478.96 m<sup>2</sup>, los cuales permanecerán con la vegetación y suelos naturales únicamente se realizarán trabajos de poda y limpieza para darle una mejor vista al 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 no se encuentra en un corredor biológico de importancia, este se encuentra cercana al poblado de Chuburná Puerto, por lo que en este sitio se realizan diversas actividades económicas.</i>
15	No se permite el pastoreo y la quema de vegetación en las dunas costeras.	<i>NO APLICA. El proyecto es un centro turístico, 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)**

CONSERVACIÓN		
Criterios y recomendaciones de manejo		VINCULACIÓN
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 pérdida 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 pérdida de suelo, cobertura vegetal y la erosión que podría producirse, 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>
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</i>

CONSERVACIÓN		
Criterios y recomendaciones de manejo	VINCULACIÓN	
		<i>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, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	<i>El presente proyecto contempla la permanencia de áreas de amortiguamiento las cuales permanecerán con la vegetación y suelo natural, con la finalidad de proteger el ecosistema presente en el polígono del 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 centro turístico.</i>
6	Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	<i>Se presenta en el anexo 10, 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 al centro turístico, 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>

CONSERVACIÓN	
Criterios y recomendaciones de manejo	VINCULACIÓN
13	<p>Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.</p> <p><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 amortiguamiento donde permanecerá con vegetación y suelo natural, con la finalidad de proteger el ecosistema presente en el polígono del proyecto.</i></p>

• **Criterios de APROVECHAMIENTO (A)**

APROVECHAMIENTO	
Criterios y recomendaciones de manejo	VINCULACIÓN
7	<p>Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.</p> <p><i>NO APLICA. No se realizarán actividades de este tipo.</i></p>
8	<p>En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.</p> <p><i>NO APLICA. El proyecto no realizará actividades pecuarias.</i></p>
10	<p>Permitir las actividades de pesca deportiva y recreativa de acuerdo a la normatividad vigente.</p> <p><i>NO APLICA. No se realizarán actividades de este tipo.</i></p>
12	<p>Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.</p> <p><i>Los materiales utilizados para la construcción serán únicamente los permitidos para la región.</i></p>
17	<p>No se permite la ganadería extensiva en dunas, sabanas, selvas inundables, manglares salvo previa autorización de la autoridad competente.</p> <p><i>NO APLICA. No se realizarán actividades de ganadería para el presente proyecto.</i></p>
18	<p>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.</p> <p><i>NO APLICA. El objetivo del presente proyecto se refiere</i></p>
19	<p>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.</p> <p><i>No se realizará ninguna construcción dentro al zona marítima que modifique o afecte el acarreo litoral.</i></p>

• Criterios de RESTAURACIÓN (R)

RESTAURACIÓN		
Criterios y recomendaciones de manejo	VINCULACIÓN	
1	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	<i>NO APLICA. El presente proyecto no realizara 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 realizara 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 amortiguamiento 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 amortiguamiento 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 proyecto turístico pretende prestar servicios de baños y mesas para pasar el día en la playa, por lo que para mejorar las condiciones de podrán promover actividades de limpieza para la recuperación de la playa.</i>
8	Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	<i>El proyecto contempla la permanencia de áreas de amortiguamiento 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 predio donde se pretende realizar el proyecto se encuentra dentro de las UGAS denominadas **1.2N.- Área Metropolitana** y la **UGA 1E-Planicie de Telchac Pueblo**, con una política de **Aprovechamiento**; al respecto cabe destacar que el mismo se encuentra fuera de algún área natural protegida.

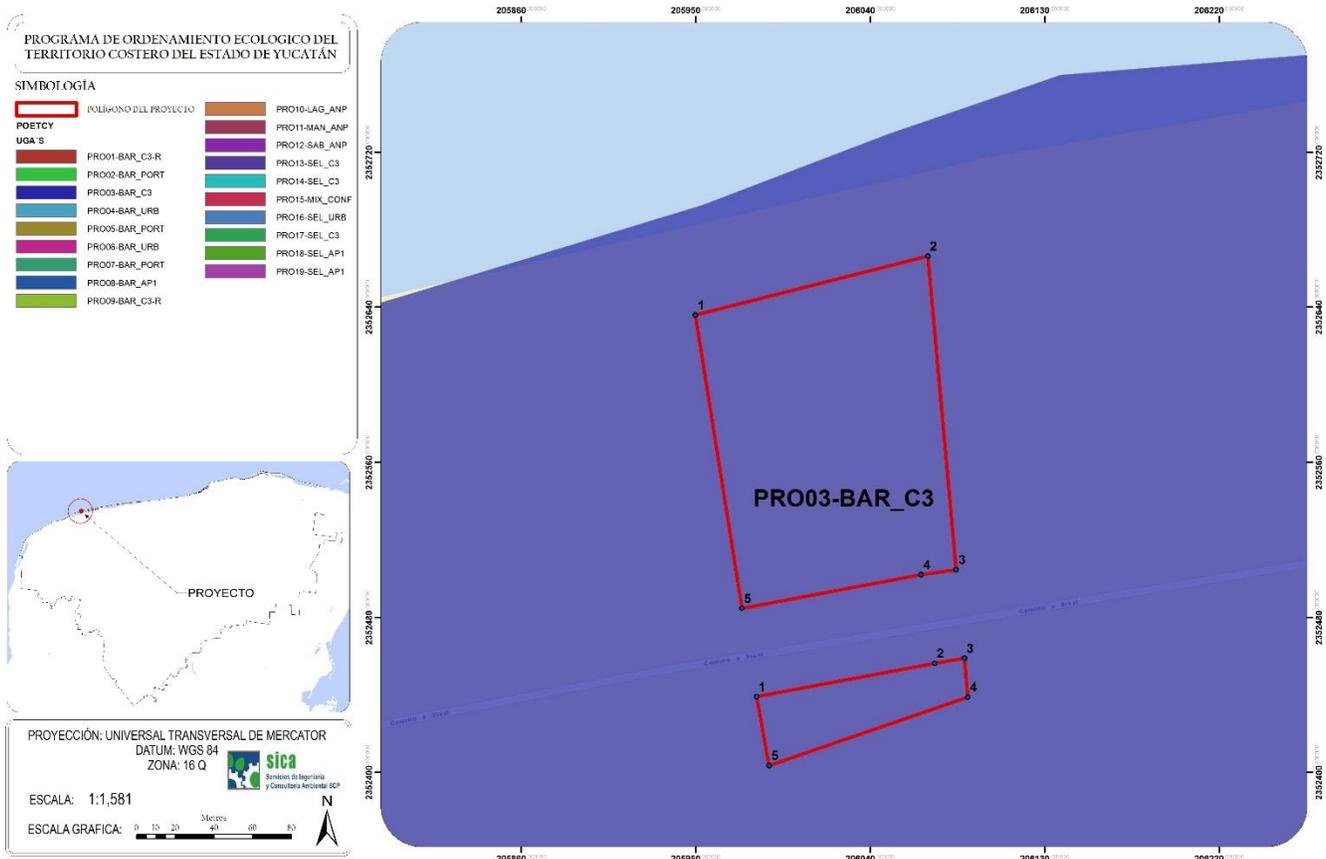
El proyecto, en el cual se pretende la construcción de las vialidades principales de un desarrollo inmobiliario, se desarrollará dando cumplimiento a los criterios ecológicos aplicables a la UGA en cuestión y aplicando medidas preventivas, de mitigación y compensatorias, con las cuales se garantizara 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 marinocosteros, 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 **PRO03-BAR** con política **C3**, el cual se encuentra en el paisaje denominado Isla de barrera, el cual se forma como consecuencia del transporte marino de sedimentos, su política es de conservación con aprovechamiento de muy baja intensidad: esta política permite desarrollar un mayor número de actividades, no aplica para la sabana, dada su fragilidad y su alto valor ecológico.



**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	
PRO03-BAR	C3	2,15,20	1, 2, 3, 4, 20, 21, 22, 23, 27	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 28, 29	2, 5, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 32, 33, 34, 37, 39, 47, 59, 61, 63, 64

Esta UGA (PRO03-BAR) presenta las actividades, usos actuales, compatibles e incompatibles siguientes:

USOS ACTUALES	
2	Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
15	Extracción de arena.
20	Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva en mar o ría, observación de aves, fotografía, acampado).

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.
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	Vivienda Unifamiliar.
23	<b>Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).</b>
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.
9	Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).
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.

USOS NO COMPATIBLES	
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.
19	Industria en general.
24	Campos de golf.
15	Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.
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 el centro turístico podría considerarse como una actividad de **Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles)** o como de **Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos)**, ya que este únicamente prestara servicios como regaderas, baños y una estancia temporal durante la presencia de los turistas en la playa.

A continuación se presenta la tabla de los criterios ecológicos aplicables a la UGA PRO03-BAR en la cual queda inmerso el proyecto:

**Tabla 3.4.** Criterios ecológicos aplicables a la UGA PRO03-BAR.

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
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	<i>Se realizan los trámites necesarios antes las autoridades competentes en cuanto al aprovechamiento del agua se refiere.</i>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
	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.	
9	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.	<i>NO APLICA. El presente proyecto no pretende realizar actividades extractivas de ningún tipo.</i>
10	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.	<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>
11	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	<i>No se realizaran delimitaciones y/o construirán bardas las cuales impidan el libre flujo de la fauna.</i>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
	<p>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>	
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 reflujos 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>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,</p>	<p><i>Las delimitaciones fueron realizadas, por lo que para el presente proyecto se tomó en cuenta dicho criterio para la sombra del proyecto y de esta forma no afectar zonas de importancia (Ver anexo 2, plano topográfico)</i></p>

CRITERIOS DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
<p>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 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.</p>	
<p>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.</p>	<p><i>El polígono del predio no se encuentra dentro la primera duna costera, sin embargo de ser necesario se realizaran las actividades necesarias con la finalidad de proteger dicha zona.</i></p>
<p>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.</p>	<p><i>El presente proyecto cuenta con un estudio de capacidad de carga acorde a las actividades que se pretenden realizar (turismo), todo esto para dar el cabal cumplimiento a las diferentes disposiciones ambientales.</i></p>
<p>23 El diseño por viento de las construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de 250 km/h.</p>	<p><i>El diseño del proyecto fue hecho considerando las diferentes disposiciones y lineamientos constructivos para las construcciones realizadas en zonas costeras con la finalidad de</i></p>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
		<i>prevenir incidentes así como los resistir los diferentes eventos meteorológicos.</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 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.	<i>El presente proyecto cuenta con un estudio de capacidad de carga acorde a las actividades que se pretenden realizar (turismo), todo esto para dar el cabal cumplimiento a las diferentes disposiciones ambientales.</i>
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.	<i>El presente proyecto de centro turístico pretende ser un sitio para que los turistas única y exclusivamente estén de pasadía, donde se prestaran algunos servicios únicos en el sitio. Se podrán realizar diferentes actividades, por lo que si se considerara el uso de vehículos motorizados serán únicamente para llegar al sitio del proyecto donde se contara con un estacionamiento. Sin embargo se acataran las medidas y disposiciones que las autoridades competentes consideren sean prudentes para el proyecto.</i>
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 importante, 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	<i>NO APLICA. El proyecto no pretende realizar obras hidráulicas que conectes cuerpos de agua.</i>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
	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.	
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/ó 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 terracería, 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 un centro turístico.</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,	<i>Los residuos que sean generados durante la construcción y operación del proyecto, deberán ser almacenados temporalmente en contenedores debidamente rotulados y</i>

CRITERIOS DE REGULACIÓN		VINCULACIÓN
	tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	<i>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 que su disposición en las playas está restringida.	<i>NO APLICA. El presente proyecto trata sobre la construcción de un centro turístico, por lo que no realizara el vertido de ningún tipo de residuo..</i>
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 de un centro turístico, 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 del centro turístico “Playa Pachanga”**, 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 **UGA PRO03-BAR**.

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

**Áreas Naturales Protegidas (ANP's).** El proyecto se ubica totalmente fuera de alguna área natural protegida. El ANP más cercano es la Reserva Estatal El Palmar que encuentra a poco más de 20 km de distancia. **Como se ha indicado dada la ubicación del proyecto, no se encuentra Áreas Naturales protegidas dentro del área de influencia por lo que se puede concluir que el desarrollo de este proyecto no alterará, ni modificará ninguna de las características de las áreas naturales protegidas; ni se contrapone con los objetivos establecidos en los planes de manejo de alguna área natural protegida.** El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico.

El proyecto en cuestión no se encuentra dentro de un ANP, como se observa en la siguiente figura.

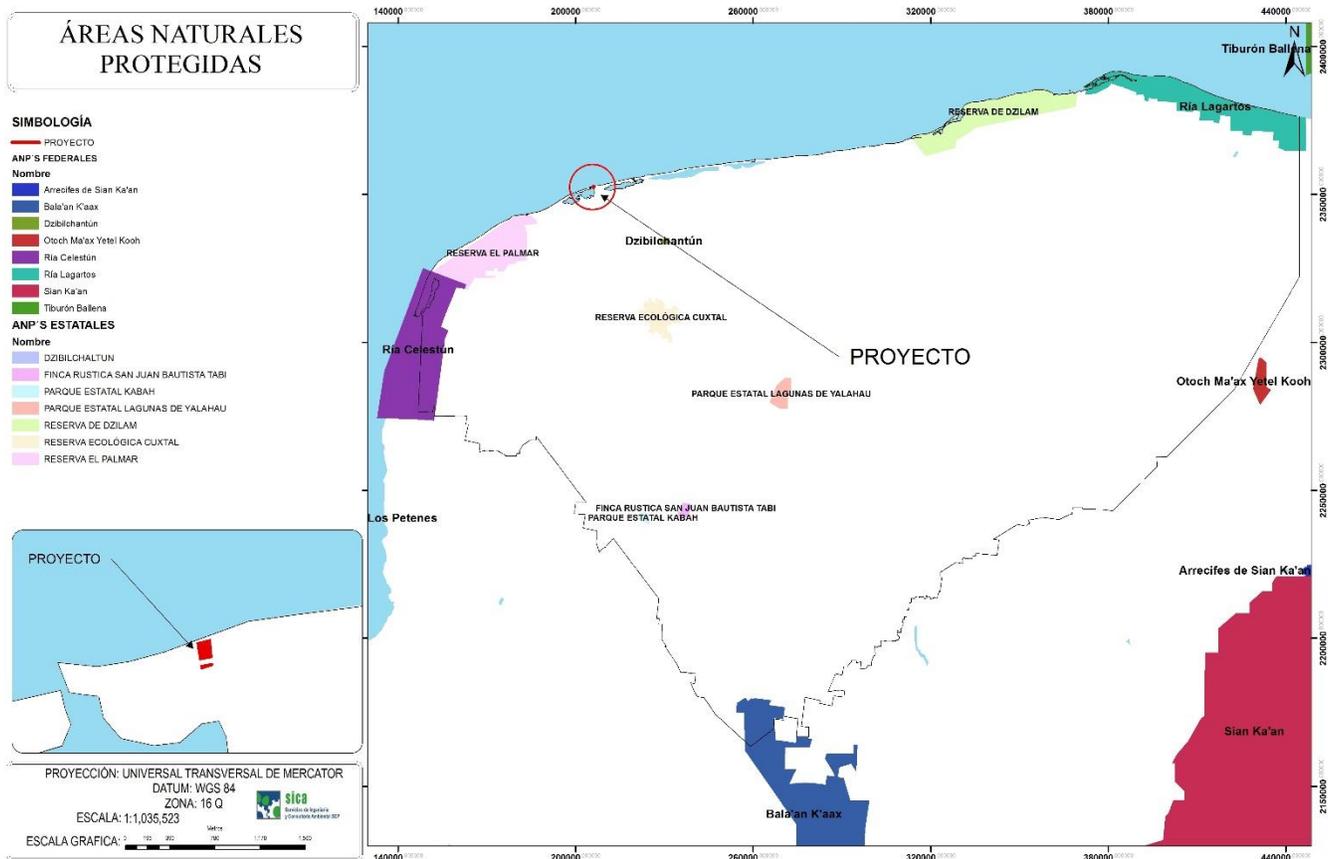


Figura 3.3. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Yucatán.

### 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 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 emplearon letrinas portátiles, para las actividades pendientes a efectuar se emplearán letrinas móviles para los trabajadores. Las aguas sanitarias generadas de esta forma, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (arrendadora de letrinas), por lo que no se realizarán afectaciones al agua subterránea.

#### ❖ 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-1963 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-ECOL-1994, que establece los Límites Máximos Permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

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 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 centro turístico, debido a una de las actividades principales es prestar servicios sanitarios a los visitantes, se tiene contemplado la instalación de biodigestores autolimpiables, los cuales contarán con sus respectivas franjas de filtración para darle tratamiento a las aguas residuales generadas en el desarrollo inmobiliario el cual hará que el efluente posea 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

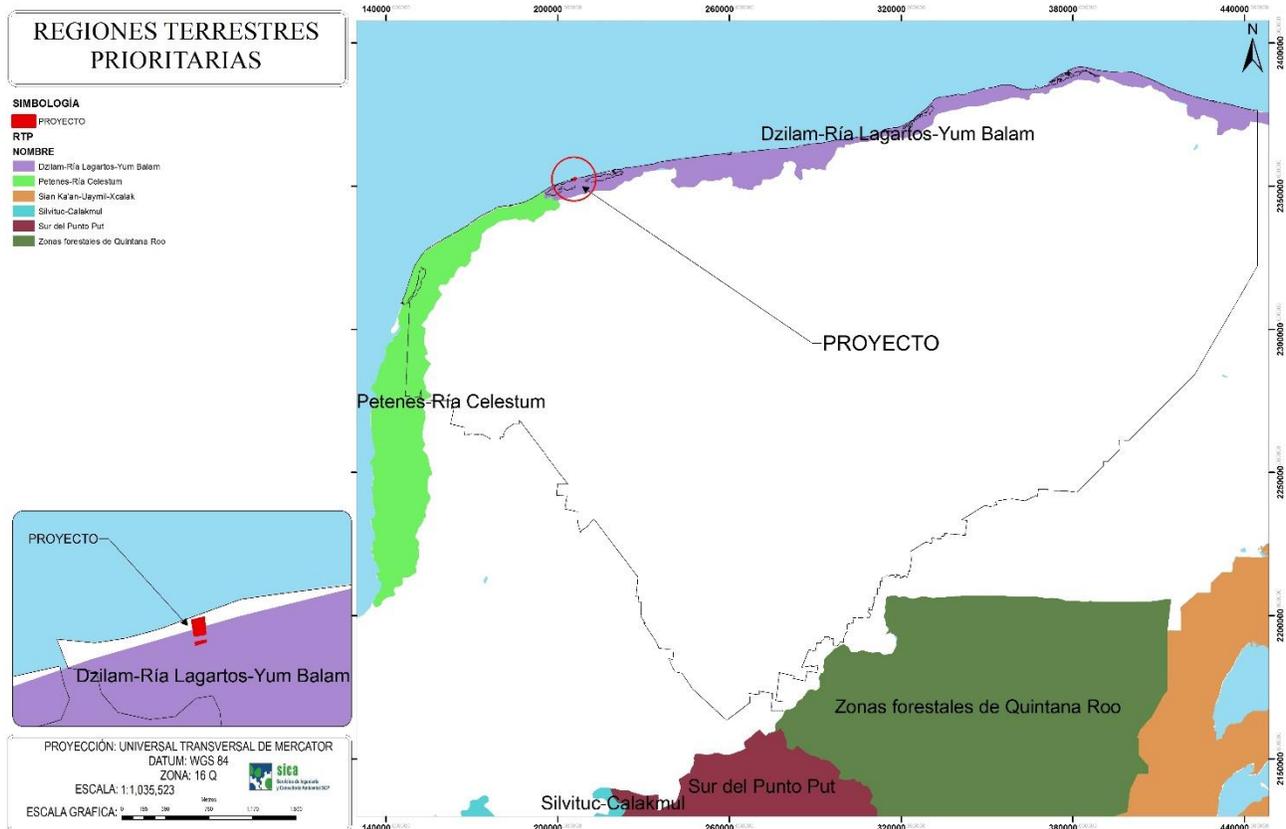
**Análisis:** *El promovente solicitará a la empresa contratada para la construcción, que los vehículos y maquinaria que usen gasolina o diesel cuenten con el mantenimiento periódico de sus unidades, así como las verificaciones vehiculares que establece esta ley y reglamento a fin de disminuir las emisiones 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 encuentra en el contenedor. Por otra parte como ya se mencionó el plan maestro tiene contemplado la instalación de biodigestores autolimpiables; en cada uno de los lotes de este los cuales contarán con sus respectivas franjas de filtración para darle tratamiento a las aguas residuales generadas en el desarrollo inmobiliario el cual hará que el efluente posea los parámetros que establece la NOM-SEMARNAT-001-1996, sin embargo esto no será contemplado en esta primera etapa debido a como ya se mencionó que para el presente proyecto únicamente se solicita las áreas de las vialidades principales.*

• **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.

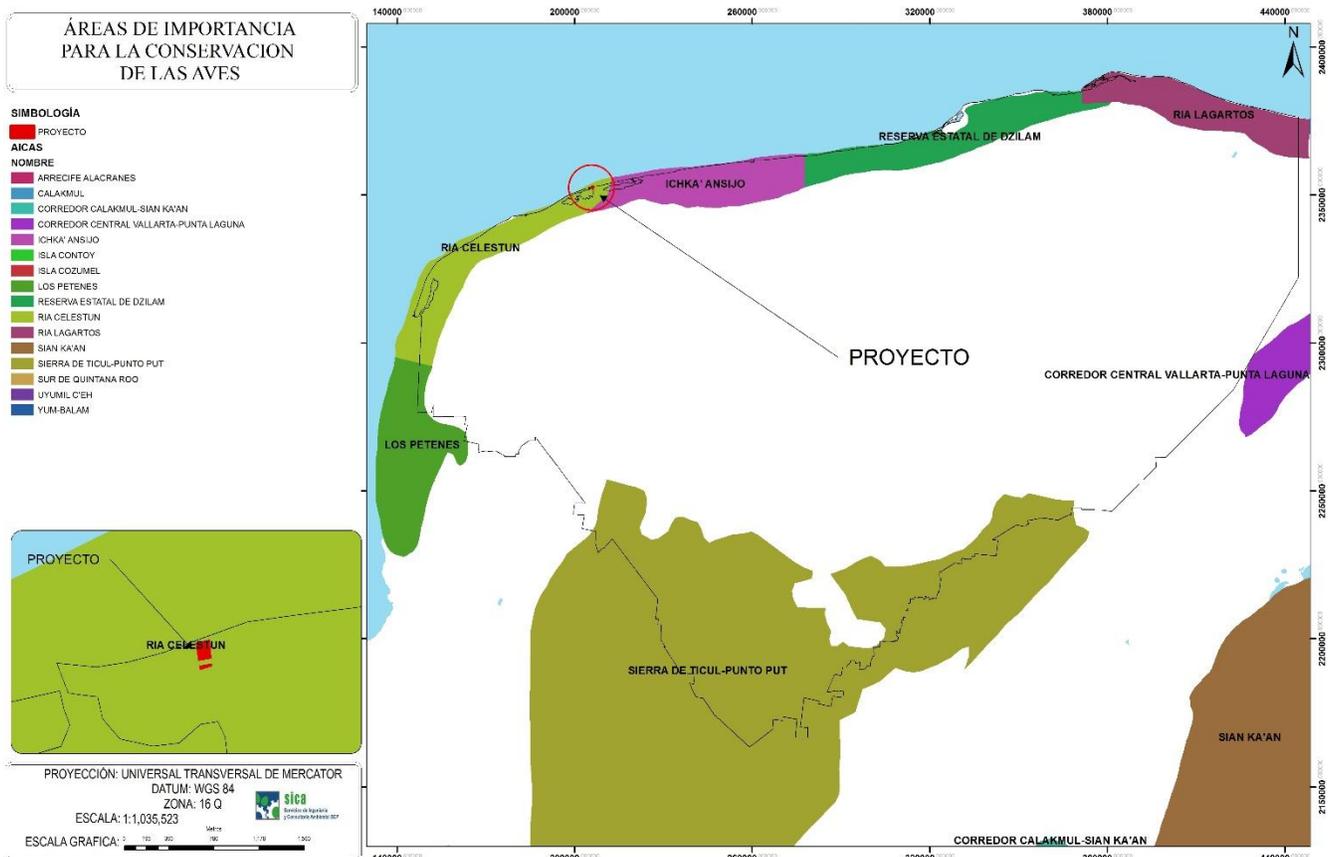


**Figura 3.4.** Ubicación del proyecto en relación a las Regiones Terrestres Prioritarias.

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 urbanizada, 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 Ría Celestún, 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.

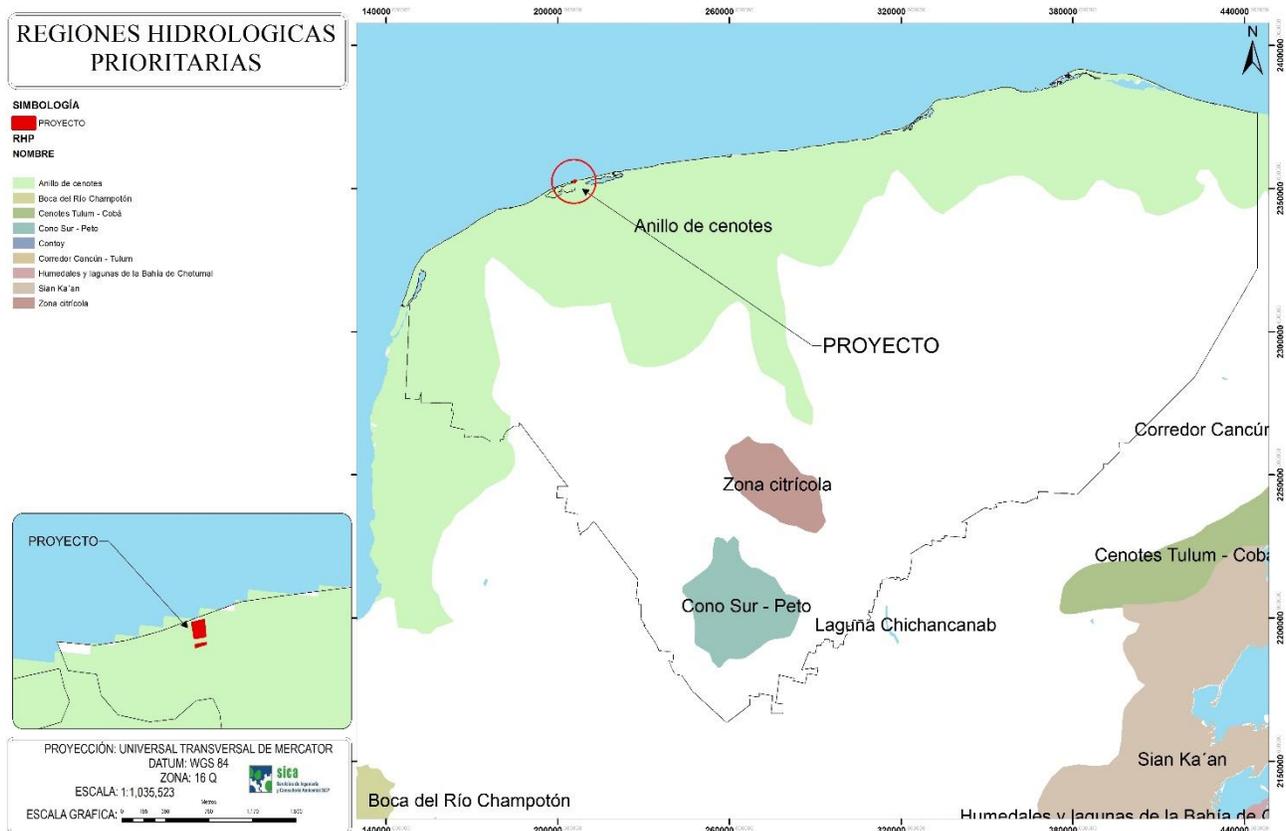
De igual forma es importante recalcar que el presente proyecto considera un área de amortiguamiento la cual permanecerá con la vegetación y suelo natural, por lo que seguirá prestando servicios importantes para las aves, como refugio y área de alimentación.



**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 CENOTRES**; sin embargo, el proyecto no afectara en lo absoluto a ninguno de los recursos hídricos motivo del establecimiento de la región antes mencionada.

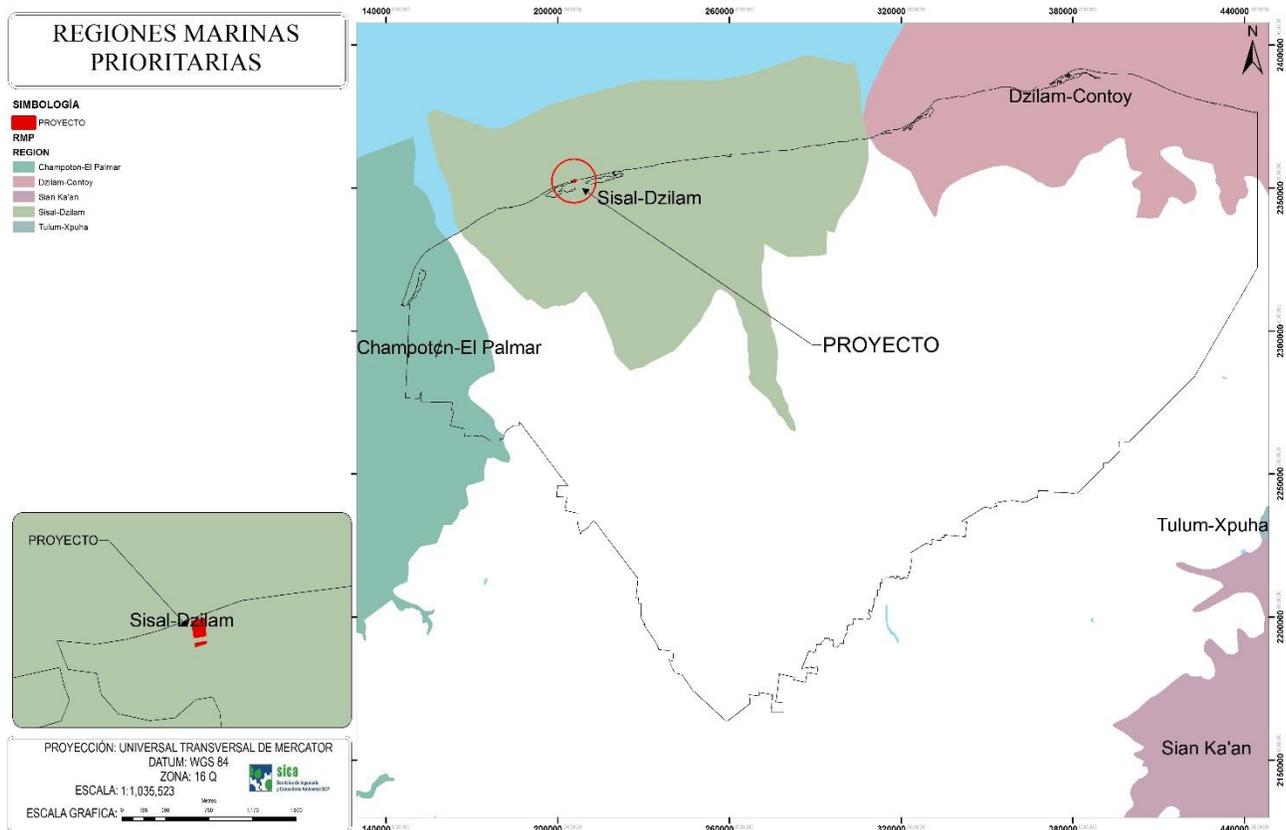
Cabe también recalcar que el proyecto tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales mediante sanitarios portátiles (en las etapas de CUS, por lo que no se afectará el freático. *De acuerdo a lo anterior se puede decir que la realización del proyecto no afectara grandemente esta RHP, y es congruente 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 el funcionamiento del fraccionamiento, las aguas negras que se generen en las habitaciones serán canalizadas a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para finalmente infiltrarlas a pozos de absorción.



**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



## ÍNDICE

---

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	1
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO .....	1
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).....	4
IV.2.1 Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del SA. ....	4
IV.2.2 Medio Abiótico.....	4
IV.2.3 Medio Biótico .....	20
IV.2.4 Medio Socioeconómico .....	42
IV.2.5 Paisaje.....	44
IV.3 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO .....	45
IV.4 DIAGNOSTICO AMBIENTAL.....	67

## 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 sobrepusieron 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 presente no será afectado, teniendo delimitación más objetiva tomando en cuenta las áreas de afectación directa

con respecto a las 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 500 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 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**):

- **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.

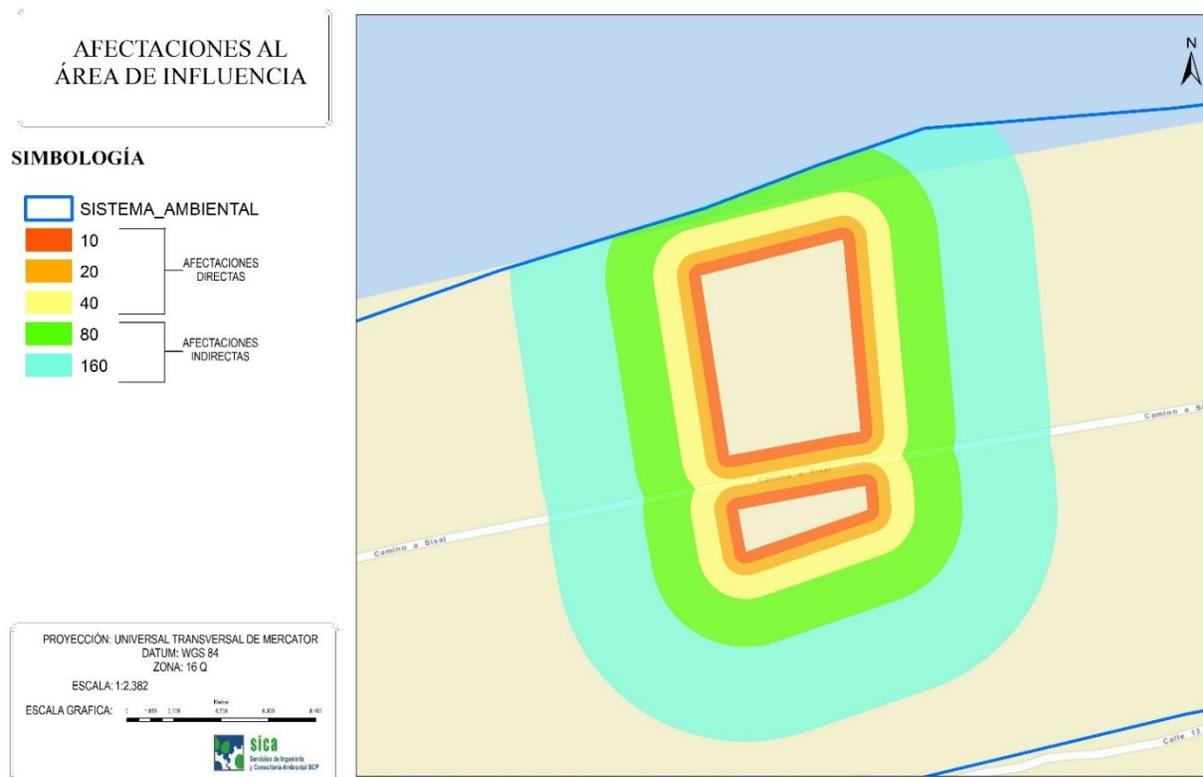
- **Afectación visual**

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 en comento no tendrá afectaciones hacia el medio marino, por lo que no se contempla dentro de la delimitación del área de influencia.



**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, principalmente actividades pesqueras, así como por la urbanización (construcción de carreteras, viviendas, comercios, etc).

Actualmente en el SA se encuentra poblada principalmente por una vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia con diferentes grados de sucesión y recuperación en donde se pueden también observar terrenos forestales debido principalmente por el valor dasométrico de sus ejemplares arbustivos y arbóreos. 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 funcionan como corredores de fauna.

El tipo de suelo presente dentro del SA es de reciente origen (Litosol-Rendzina), 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.

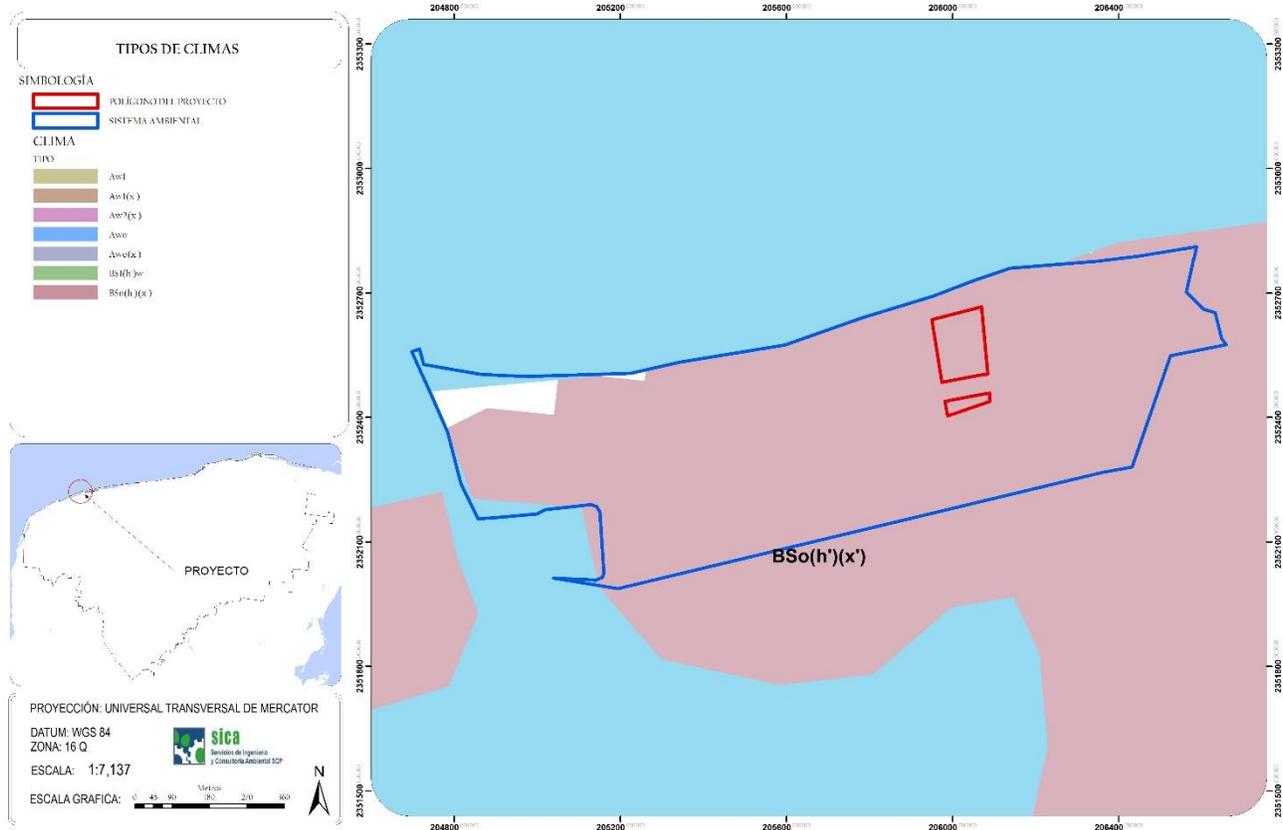
Una vez visto lo anterior, es de indicar que la línea cero del SA tiene una calidad ambiental de categoría baja-mediana. A continuación se presentan los diferentes componentes del medio abiótico, biótico y socio-económico del SA en el cual se encuentra inmerso el proyecto que nos compete:

### 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 Koeppen 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).



**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. 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).

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

TEMP	MESES												PROM ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC	
<b>MIN</b>	15.5	15.7	16.9	19.1	21.1	22.7	22.5	22.7	22.7	21.1	18.2	16.3	<b>19.5</b>
<b>MED</b>	22.9	23.2	24.7	25.8	26.8	27.2	27.1	27.2	27.1	26.5	24.7	23.4	<b>25.5</b>
<b>MAX</b>	30.1	32	34.3	35.3	35	33.3	32.3	32.1	32.3	31.1	30.4	30.5	<b>32.4</b>

De acuerdo a la estación meteorológica antes mencionada, la temperatura media anual es de 25.5 °C, teniéndose que la temperatura máxima anual en el área es de 32.4 °C y la temperatura mínima anual es de 19.5 °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	22.4	16.4	8.8	9.0	30.0	73.6	47.4	52.4	86.3	57.1	31.8	23.8	456.0

La precipitación pluvial anual media para la zona del proyecto es de aproximadamente 456 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.

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

**Sequia intraestival o canícula.** La sequia 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 varia 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 nortes que llegan al territorio. A partir de noviembre el valor registrado

en la parte norte es menor que para el sur. También para el norte se ha registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año). Es importante señalar que el sitio de proyecto se encuentra ubicado en la parte norte del estado.

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

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

---

## 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 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.

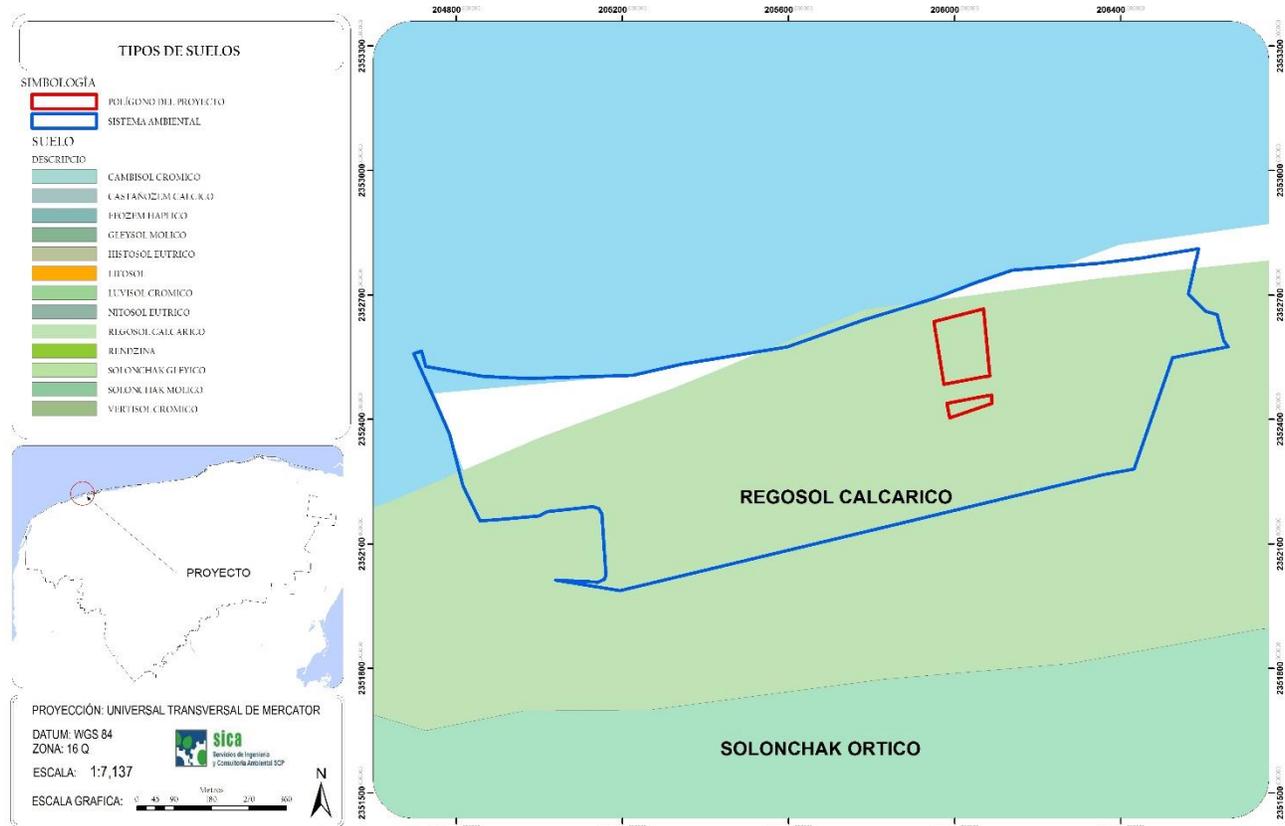
No obstante sus múltiples diferencias, a las dos variantes les corresponde la misma denominación completa de *Regosol calcárico (Rc)*, con la que se destaca, ante todo, su alto contenido de carbonato de calcio activo en el perfil.

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 (%)
<b>Regosol Calcárico</b>	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: Yobain (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 presente vegetación secundaria derivada 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 *Ammophila 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, alcanzando 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.

*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 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.*

## 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 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

<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.

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).

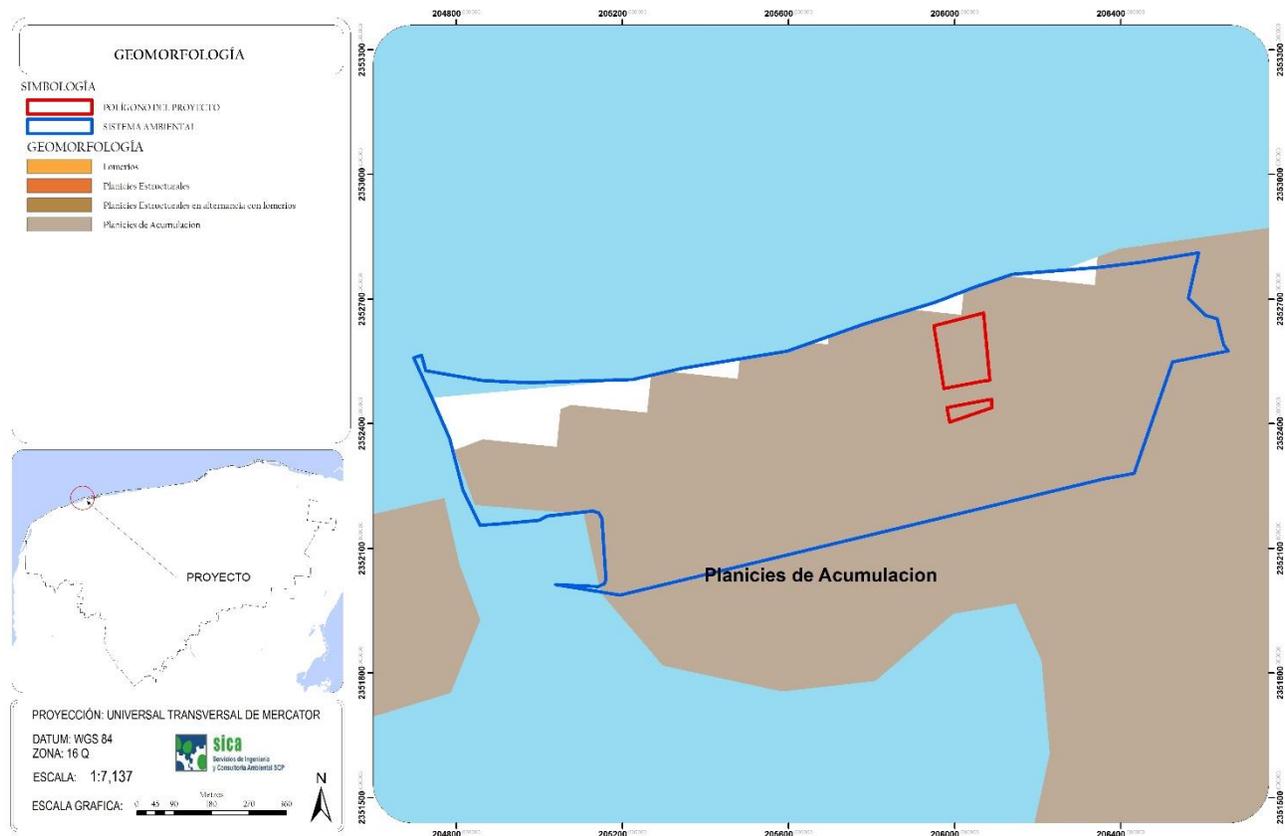


Figura 4.4. Ubicación del proyecto con relación a la geomorfología en el estado de Yucatán.

## 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).

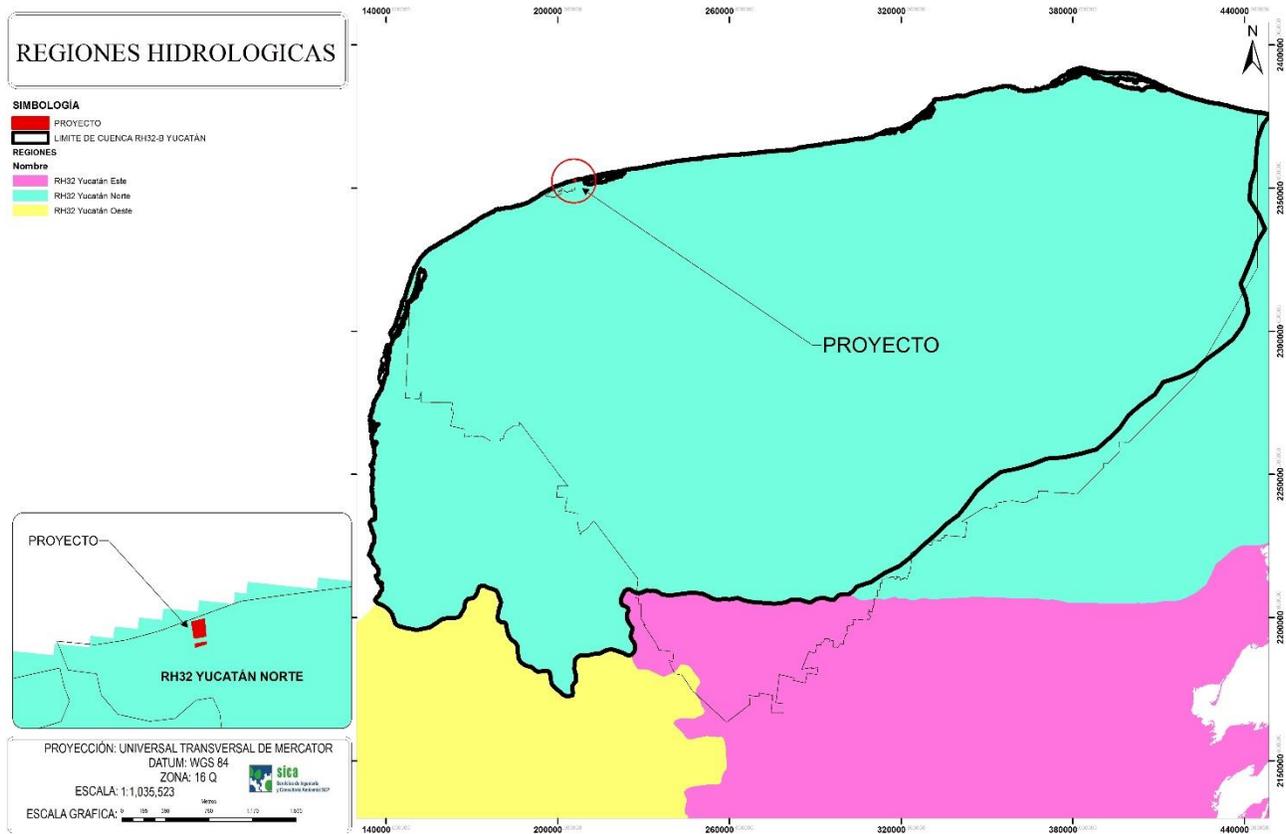


Figura 4.4. Ubicación del proyecto con relación a las regiones hidrológicas del estado de Yucatán.

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, Yucaletén, 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 infiltra, 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 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 costera, 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:

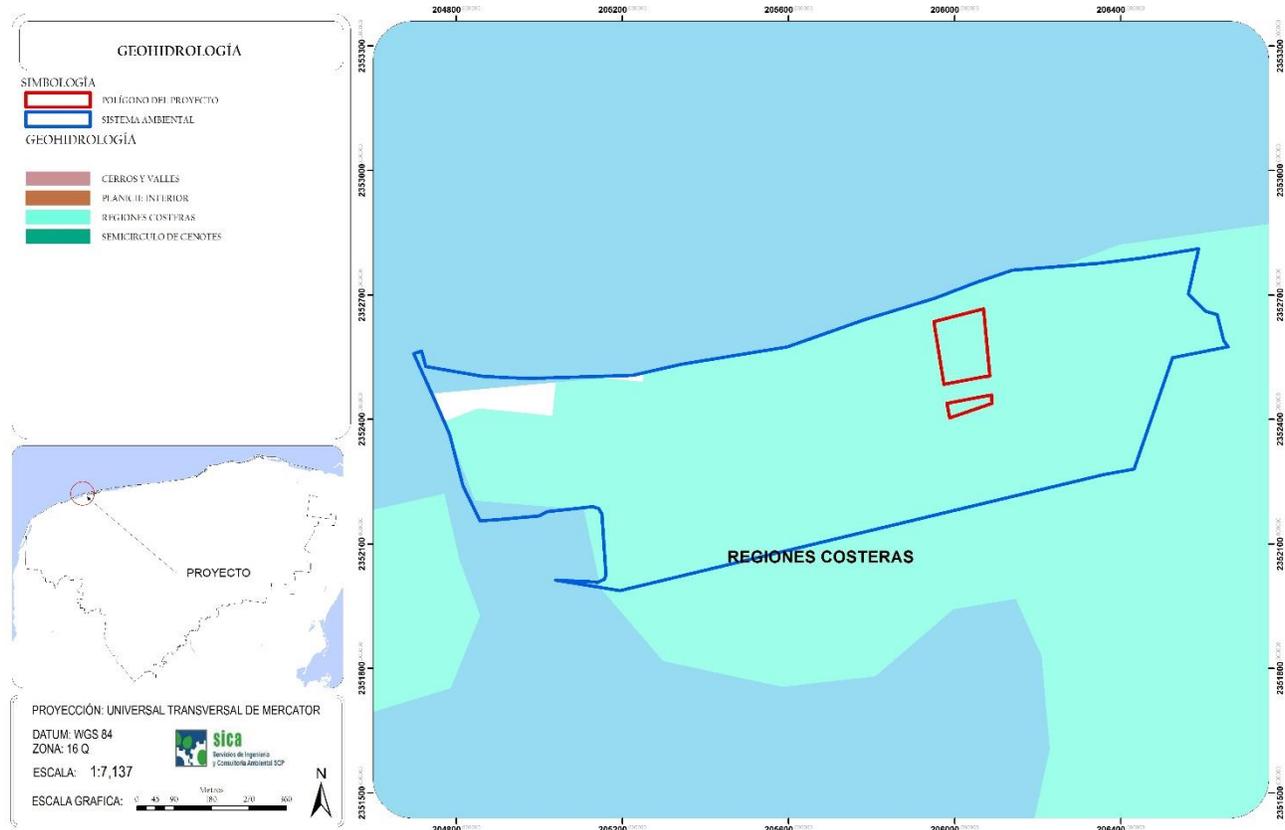


Figura 4.5. Geomorfología presente en el SA del proyecto.

## 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 microbológica, 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 (municipio en donde se encuentra inmerso el área de estudio) 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.

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 un centro turístico el cual contara con servicios de baños y duchas para los turistas, en donde se generarán aguas residuales de manera temporal, principalmente y en mayor cantidad en temporada vacacional, por lo que se deberá contar con sistema integral para el manejo y disposición final de dichas aguas.

*En suma 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.*

*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 un biodigestor 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 llovido 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 de 705,055 habitantes, produce una fuerte contaminación de origen antropogénico, ya que las aguas residuales no son tratadas adecuadamente.

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 de la zona 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.**

De manera general, el agua subterránea de la zona se utiliza para uso doméstico y agrícola, entre otros usos, tal es el caso de las actividades pecuarias.

Por lo tanto, los usos dados a éste recurso en la zona, son principalmente de consumo para los pequeños asentamientos localizados en el área, particularmente viviendas y algunos usos agropecuarios, tales como riego o para consumo de animales (ganado vacuno y ovino en su mayoría).

La extracción de agua subterránea a través de pozos es recargada por el volumen precipitado. La descarga natural, además de efectuarse por evapotranspiración, se realiza a través de manantiales en forma difusa en las costas norte y occidental.

### **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.

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 venido deteriorando

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.

El proyecto no modificará ninguna de las características del sistema hídrico, no modificará patrones de flujo subterráneo. Es muy importante mencionar que.

Es importante considerar 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 verdes las cuales permanecerán con el suelo y vegetación natural, donde solamente se realizaran actividades de limpieza de las herbáceas, 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:

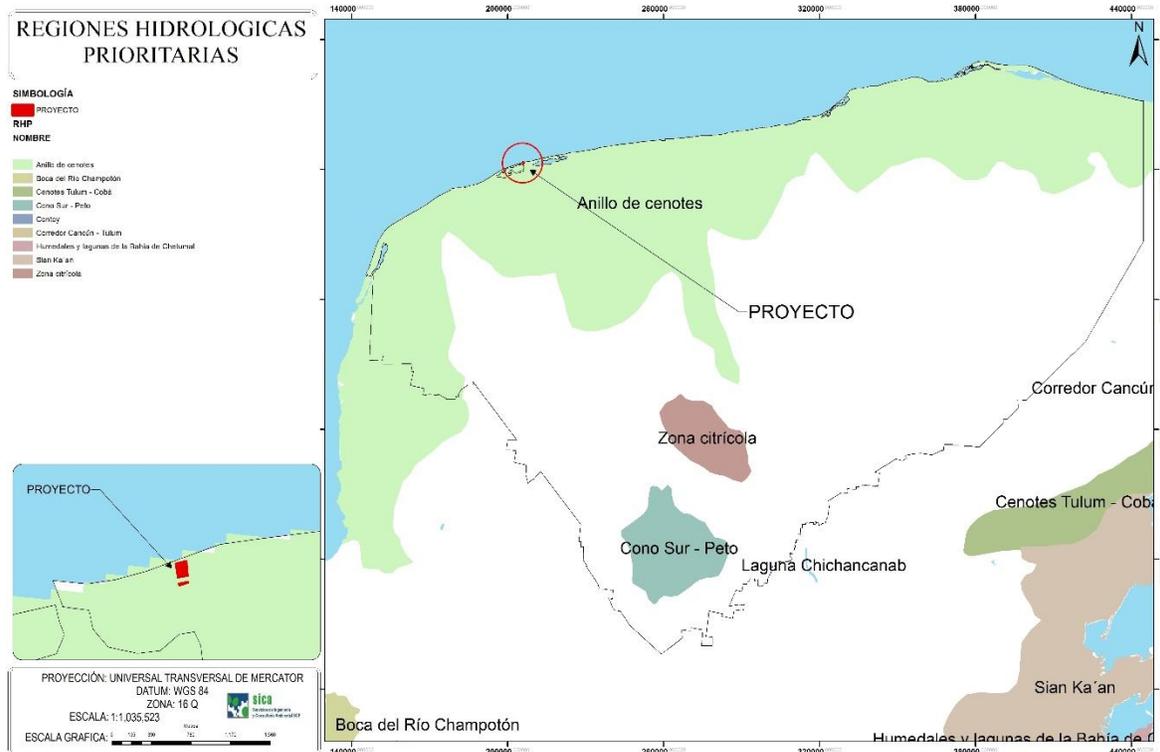
**RHP 99.** Laguna de Chichancanab.

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

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).**

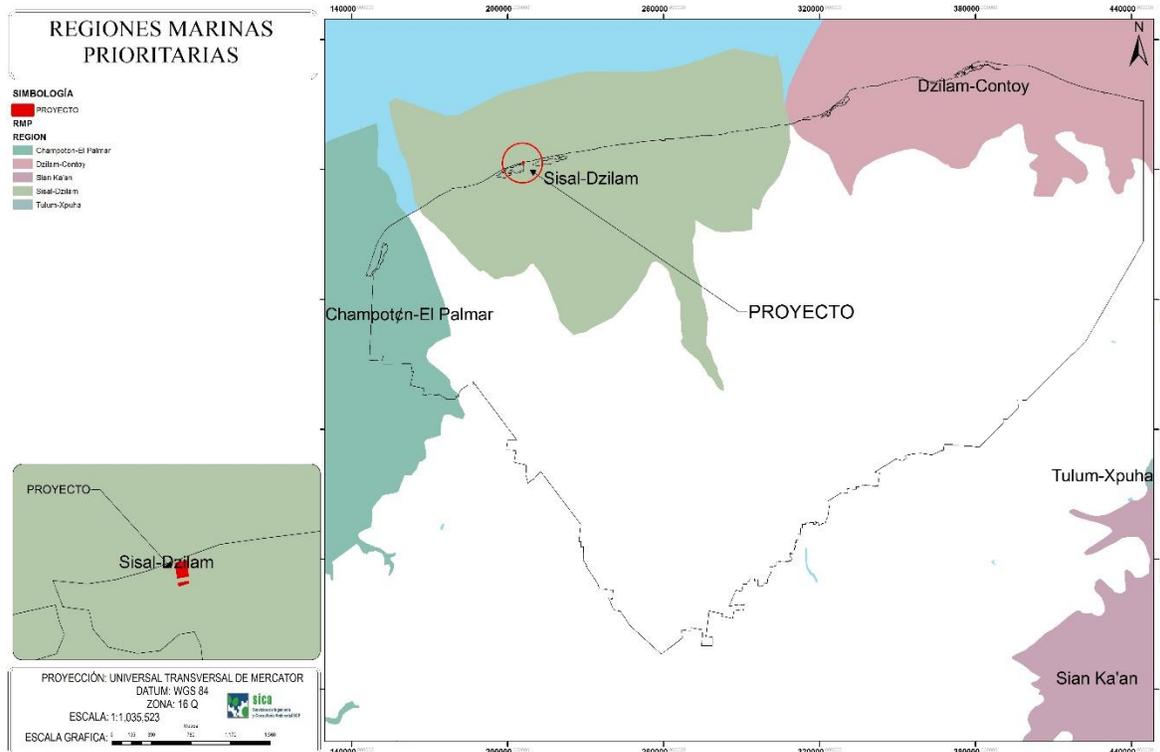
Dentro de la Cuenca Yucatán se encuentran únicamente 3 RMP de las 16 registradas para la Región XII de la Península de Yucatán las cuales se mencionan a continuación y se visualizan en la **Figura 4.11**:

**RMP 60.** Champotón- El Palmar.

**RMP 61.** Sisal-Dzilam.

**RMP 62.** Dzilam-Contoy.

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



**Figura 4.7.** 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.

### IV.2.3 Medio Biótico

#### TIPOS DE VEGETACIÓN.

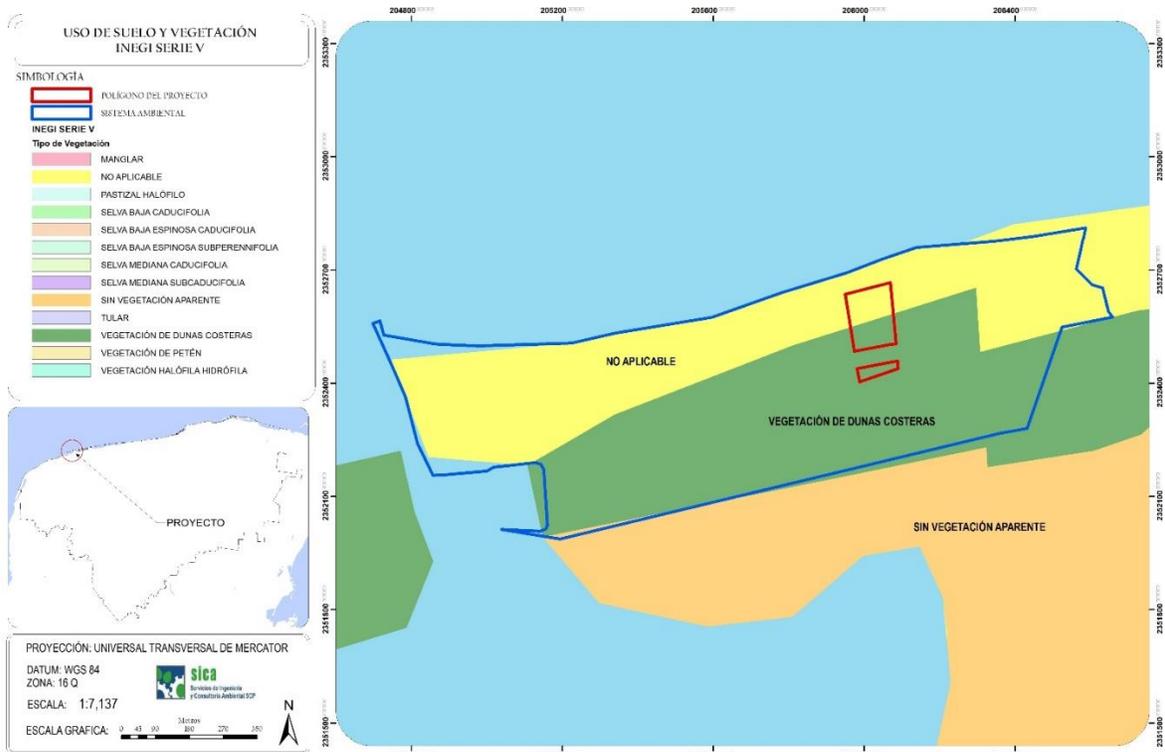
La vegetación de la Península está influenciada principalmente por el clima local, de tal forma que las selvas bajas se localizan hacia la porción occidental de la entidad y las medianas hacia la oriental (Duch, 1991). Por otro lado, la mayor parte del Estado de Yucatán está cubierta por selvas de tipo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

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

**Tabla 4.1.** 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 4.8.** Usos del suelo y vegetación presente en el área del proyecto.

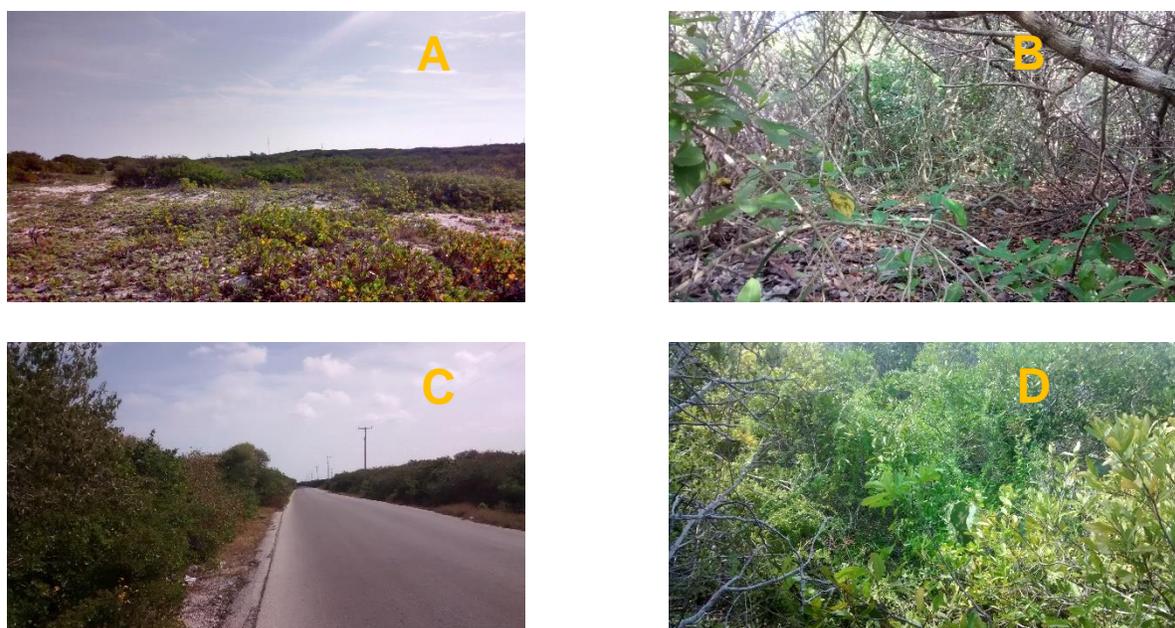
Como se puede observar, la vegetación original del predio ha sido removida con anterioridad como consecuencia de diversas actividades que se han realizado en la zona y por la cercanía de la población y de la zona portuaria.

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 Chuburná y el centro de población la cual es comunicada con una carretera que está continuamente transitada. .

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



**Figura 4.9.** 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 centro, C) carretera que comunica el poblado de Chuburná con el puerto, esta carretera corta la zona arbustiva 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 11 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

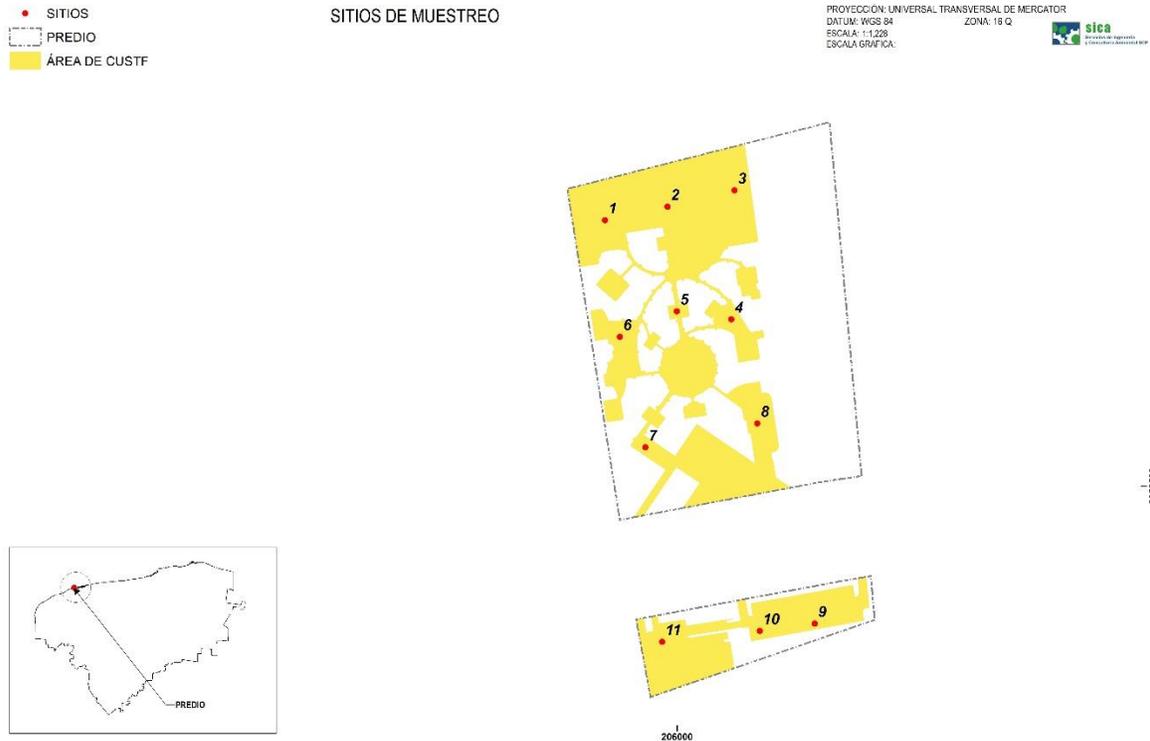
### Ubicación de los puntos de muestreo

En total se llevó a cabo un inventario basado en el levantamiento de datos en 11 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 4.13** y en la **Tabla 4.3**.

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

**Tabla 4.2.** Coordenadas centrales UTM de los sitios de muestreo (zona 16Q).

CUADRANTES	X	Y
1	205967.0308	2352621.6301
2	205995.5444	2352627.8113
3	206026.1963	2352635.2533
4	206024.7329	2352576.3290
5	205999.8993	2352580.0373
6	205973.8764	2352568.3278
7	205985.5114	2352517.7870
8	206036.5906	2352528.7473
9	206062.8616	2352437.1983
10	206037.7664	2352433.8807
11	205993.2157	2352428.9174



**Figura 4.10.** 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 (Ver **Anexo 9** de este estudio).

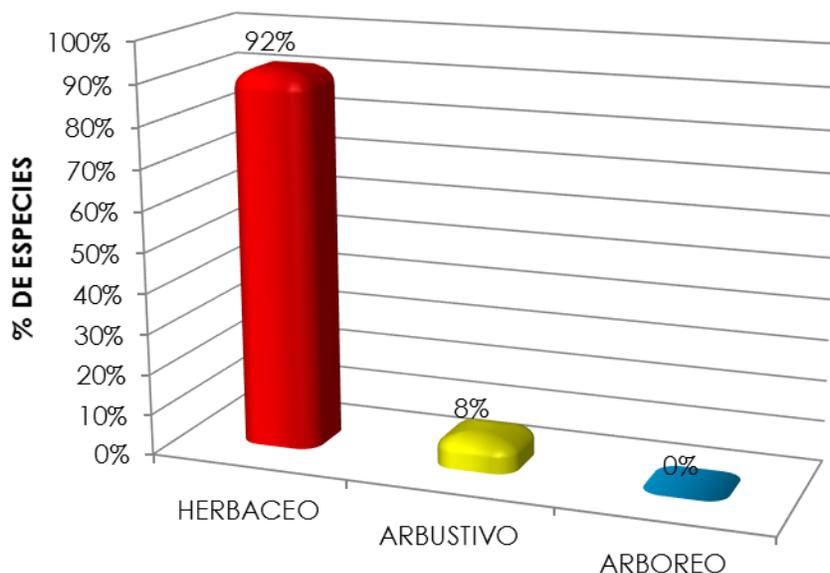
- **Listado de especies observadas y registradas.**

#### Resultados del muestreo

Listado general de especies. En total se observó en el PREDIO Y SU ÁREA DE INFLUENCIA la presencia de 48 especies de plantas pertenecientes a 47 géneros y 29 familias botánicas. Se observó que hay una especies en enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual corresponde a *Mammillaria gaumeri*.

Los resultados más importantes en cuanto a la composición, estructura y diversidad de la flora silvestre registrada en los sitios de muestreo (cuadrantes) en el predio es el siguiente:

Como producto del muestreo en el predio se observó que la riqueza de especies de flora silvestre fue de 38 pertenecientes a 38 géneros y 25 familias. Estas especies están contempladas en el estrato herbáceo (37 especies), arbustivo (9 especies) y arbóreo (0 especies), y cuya representatividad de los mismos se observa en el siguiente gráfico.



**Gráfica 4.1.** 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:

#### Resultado de los muestreos realizados

#### Listado de especies observadas y registradas

**Tabla 4.3.** Listado de especies observadas en el área del proyecto y zona de influencia.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	STATUS
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F. Daniel</i>	Juluub	
Acanthaceae	<i>Dicliptera sexangularis (L.) Juss.</i>	K'u wech	
Agavaceae	<i>Agave angustifolia Haw.</i>	Ch'elem	
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum (L.) L.</i>	Ts'a'aykann	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus greggii S. Watson</i>	X-tees	
Amaranthaceae	<i>Blutaparon vermiculare (L.) Mears. var. vermiculare</i>	ND	
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa Humb. &amp; Bonpl. ex Willd. var. diffusa</i>	Pluma	
Amaranthaceae	<i>Suaeda linearis (Elliott) Moq.</i>	Kanlol-xiw	
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis (Jacq.) Salisb</i>	Azucena de agua	
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei (Jacq.) Urb.</i>	Chechem	
Bataceae	<i>Batis marítima L.</i>	Ts'aay kaan	
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena L.</i>	K'opte	
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus (L.) Hummelinck</i>	Tsakan	
Cactaceae	<i>Mammillaria gaumeri (Britton &amp; Rose) Orcutt</i>	K'iix pak'am	P *
Cactaceae	<i>Opuntia stricta (Haw.) Haw.</i>	Tsakam	
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus (L.) Britton &amp; Rose, ssp. Donkelaarii Salm Dyck) Ralf Bauer</i>	Koj kaan	*

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	STATUS
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz	ND	
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	
Compositae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook	
Compositae	<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	K'an mul	
Compositae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Apazote xiw	
Compositae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw, anis xiiw	
Compositae	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.	Levisa xiiw	
Compositae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Uk'iil	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Riñonina	
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	
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	*
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	
Nyctaginaceae	<i>Okenia hypogaea</i> Schtdl. & Cham.	ND	
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Llave & Lex.) G. A. Romero & Carnevali.	Caña de jabalí	
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok	
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	
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'	
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	*
Solanaceae	<i>Solanum donianum</i> Walp.	Chal che'	
Solanaceae	<i>Solanum tridynamum</i> Dunal.	Kóon ya'ax iik	
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	
Zigophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i> L.	Chan koj xnuk	

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

En los sitios de muestreo se registraron 25 familias 38 géneros y 38 especies, a continuación se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

**Tabla 4.4.** Listado de especies observadas en los sitios de muestreo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	STATUS
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Juluub	
Acanthaceae	<i>Dicliptera sexangularis</i> (L.) Juss.	K'u wech	
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Ch'elem	
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Ts'a'aykann	
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb	Azucena de agua	
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	
Bataceae	<i>Batis marítima</i> L.	Ts'aay kaan	
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	K'opte	
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Tsakan	
Cactaceae	<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose) Orcutt	K'iix pak'am	P *
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	*
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz	ND	
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	
Compositae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Muuch' kook	
Compositae	<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	K'an mul	
Compositae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw, anis xiiw	
Compositae	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	Ukíil	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Riñonina	
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	
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	*
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	
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Llave & Lex.) G. A. Romero & Carnevali.	Caña de jabalí	
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok	
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mul	
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'	
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	Mulche'	*
Surianaceae	<i>Suriana marítima</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	

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

### Especies del estrato herbáceo.

En el estrato herbáceo del predio bajo estudio y en donde se llevara a cabo el CUSTF se registraron 37 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla 4.5.** Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo del área de estudio.

ESPECIE	COB REL (%)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VIR
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	0.98	0.69	4.21	5.89
<i>Agave angustifolia</i>	4.43	3.34	6.32	14.08
<i>Ambrosia hispida</i>	13.40	22.89	3.16	39.44
<i>Batis marítima</i>	2.63	2.96	3.16	8.75
<i>Bidens alba</i>	0.42	0.63	1.05	2.10
<i>Bonellia macrocarpa</i>	0.33	0.13	2.11	2.57
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	33.39	23.46	7.37	64.21
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	0.84	0.32	3.16	4.32
<i>Canavalia rosea</i>	0.43	0.38	2.11	2.91
<i>Capparis flexuosa</i>	1.45	0.63	5.26	7.35
<i>Cenchrus echinatus</i>	2.47	3.72	3.16	9.35
<i>Coccoloba uvifera</i>	0.17	0.06	1.05	1.28
<i>Commelina erecta</i>	0.17	0.25	2.11	2.52
<i>Crossopetalum rhacoma</i>	3.33	1.77	4.21	9.30
<i>Croton punctatus</i>	0.33	0.50	2.11	2.94
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	1.99	0.50	3.16	5.65
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	0.67	1.01	1.05	2.73
<i>Dicliptera sexangularis</i>	0.02	0.06	1.05	1.14
<i>Distichlis spicata</i>	2.35	14.19	4.21	20.75
<i>Flaveria linearis</i>	1.42	2.14	1.05	4.62
<i>Gossypium hirsutum</i>	0.67	0.44	3.16	4.27
<i>Hymenocallis littoralis</i>	0.26	0.06	1.05	1.38
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	0.06	0.06	1.05	1.18
<i>Lantana camara</i>	1.80	1.51	4.21	7.52
<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.30	0.19	2.11	2.60
<i>Mammillaria gaumeri</i>	0.01	0.06	1.05	1.13
<i>Metopium brownei</i>	0.17	0.06	1.05	1.28
<i>Opuntia stricta</i>	0.38	0.06	1.05	1.49
<i>Passiflora foetida</i>	0.04	0.06	1.05	1.15
<i>Pithecellobium keyense</i>	12.31	5.42	7.37	25.10
<i>Porophyllum punctatum</i>	0.09	0.06	1.05	1.21
<i>Scaevola plumieri</i>	2.82	0.76	3.16	6.73
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	1.04	0.76	4.21	6.00
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	4.86	7.31	1.05	13.22
<i>Sideroxylon americanum</i>	1.96	0.76	3.16	5.87
<i>Suriana maritima</i>	0.26	0.13	1.05	1.44
<i>Waltheria indica</i>	1.76	2.65	2.11	6.51
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

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



ESPECIE	NO. DE IND	ABUND REL ( $\pi_i$ )	Ln ( $\pi_i$ )	$-(\pi_i) \times \text{Ln} (\pi_i)$
<i>Canavalia rosea</i>	6	0.0038	-5.5772	0.0211
<i>Capparis flexuosa</i>	10	0.0063	-5.0664	0.0319
<i>Cenchrus echinatus</i>	59	0.0372	-3.2914	0.1224
<i>Coccoloba uvifera</i>	1	0.0006	-7.3690	0.0046
<i>Commelina erecta</i>	4	0.0025	-5.9827	0.0151
<i>Crossopetalum rhacoma</i>	28	0.0177	-4.0368	0.0713
<i>Croton punctatus</i>	8	0.0050	-5.2895	0.0267
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	8	0.0050	-5.2895	0.0267
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	16	0.0101	-4.5964	0.0464
<i>Dicliptera sexangularis</i>	1	0.0006	-7.3690	0.0046
<i>Distichlis spicata</i>	225	0.1419	-1.9529	0.2770
<i>Flaveria linearis</i>	34	0.0214	-3.8426	0.0824
<i>Gossypium hirsutum</i>	7	0.0044	-5.4231	0.0239
<i>Hymenocallis littoralis</i>	1	0.0006	-7.3690	0.0046
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	1	0.0006	-7.3690	0.0046
<i>Lantana camara</i>	24	0.0151	-4.1909	0.0634
<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	0.0019	-6.2704	0.0119
<i>Mammillaria gaumeri</i>	1	0.0006	-7.3690	0.0046
<i>Metopium brownei</i>	1	0.0006	-7.3690	0.0046
<i>Opuntia stricta</i>	1	0.0006	-7.3690	0.0046
<i>Passiflora foetida</i>	1	0.0006	-7.3690	0.0046
<i>Pithecellobium keyense</i>	86	0.0542	-2.9146	0.1580
<i>Porophyllum punctatum</i>	1	0.0006	-7.3690	0.0046
<i>Scaevola plumieri</i>	12	0.0076	-4.8841	0.0370
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	12	0.0076	-4.8841	0.0370
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	116	0.0731	-2.6154	0.1913
<i>Sideroxylon americanum</i>	12	0.0076	-4.8841	0.0370
<i>Suriana maritima</i>	2	0.0013	-6.6758	0.0084
<i>Waltheria indica</i>	42	0.0265	-3.6313	0.0962
<b>TOTAL</b>	<b>1586</b>			<b>2.4153</b>

**Tabla 4.7.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

ESTRATO HERBÁCEO	
RIQUEZA (S)	37
H' CALCULADA	2.4153
H' MAXIMA=Ln (S)	3.6109
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.6689
H MAX-H CAL	1.1956

El estrato herbáceo del ecosistema presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 37 especies, las cuales poseen una distribución de 0.6689, con el cual se afirma que existen especies dominantes. Las especies de mayor importancia en el estrato herbáceo dentro del predio son las siguientes: *Bravaisia berlandieriana* (64.21%), *Ambrosia hispida* (39.44%) y *Pithecellobium keyense* (25.10%).

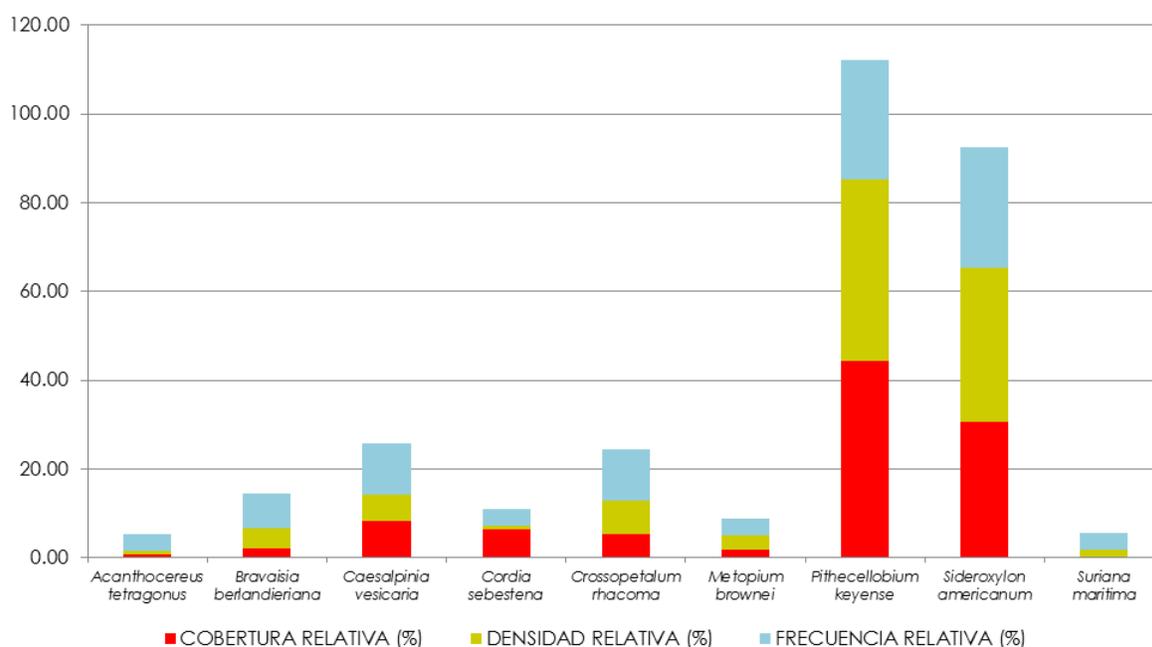
La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo dentro del predio es de 3.6109 y la H' calculada fue de 2.4153, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

### 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 4.8.** Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbustivo del área de estudio.

ESPECIE	COB REL (%)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VIR
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	0.72	0.76	3.85	5.33
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	2.17	4.55	7.69	14.41
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	8.18	6.06	11.54	25.78
<i>Cordia sebestena</i>	6.51	0.76	3.85	11.11
<i>Crossopetalum rhacoma</i>	5.29	7.58	11.54	24.40
<i>Metopium brownei</i>	1.94	3.03	3.85	8.82
<i>Pithecellobium keyense</i>	44.21	40.91	26.92	112.05
<i>Sideroxylon americanum</i>	30.61	34.85	26.92	92.38
<i>Suriana maritima</i>	0.36	1.52	3.85	5.72
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



**Gráfica 4.3.** 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 *Pithecellobium keyense* (44.21%), *Sideroxylon americanum* (30.61%) y *Caesalpinia vesicaria* (8.18%). Así mismo, *Pithecellobium keyense* (40.91%), *Sideroxylon americanum* (34.85%) y *Crossopetalum rhacoma* (7.58%) 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: *Pithecellobium keyense* (26.92%), *Sideroxylon americanum* (26.92%) y *Caesalpinia vesicaria* (11.54%).

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: *Pithecellobium keyense* (112.05%), *Sideroxylon americanum* (92.38%) y *Caesalpinia vesicaria* (25.78%).

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 4.9.** 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>Acanthocereus tetragonus</i>	1	0.0076	-4.8828	0.0370
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	6	0.0455	-3.0910	0.1405
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	8	0.0606	-2.8034	0.1699
<i>Cordia sebestena</i>	1	0.0076	-4.8828	0.0370
<i>Crossopetalum rhacoma</i>	10	0.0758	-2.5802	0.1955
<i>Metopium brownei</i>	4	0.0303	-3.4965	0.1060
<i>Pithecellobium keyense</i>	54	0.4091	-0.8938	0.3657
<i>Sideroxylon americanum</i>	46	0.3485	-1.0542	0.3674
<i>Suriana maritima</i>	2	0.0152	-4.1897	0.0635
<b>TOTAL</b>	<b>132</b>			<b>1.4823</b>

**Tabla 4.10.** 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	1.4823
H' MAXIMA=Ln (S)	2.1972
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.6746
H MAX-H CAL	0.7149

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: *Pithecellobium keyense* (112.05%), *Sideroxylon americanum* (92.38%) y *Caesalpinia vesicaria* (25.78%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del predio es de 2.1972 y la H' calculada fue de 1.4823, 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.

- **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 se registró a la especie *Mammillaria gaumeri* catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como P (en peligro de extinción).

Por lo que es importante que el promovente las rescate y reubique en terrenos en donde la vegetación es escasa o en condiciones similares de su remoción y que no forme parte de alguna etapa de construcción del proyecto en cuestión.

### **Especies endémicas.**

En el área bajo estudio se registró las siguientes especies endémicas *Mammillaria gaumeri* (también catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010), *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
- Algunas de las especies endémicas encontradas son de amplia distribución y comunes para la zona, sin embargo para el caso de la *Mammillaria gaumeri* se deberá aplicar un programa de rescate.
- 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 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 4.11.** Comparativo de la fauna silvestre nacional, regional y local.

GRUPO	MÉXICO	PENÍNSULA	YUCATÁN
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 en los

fragmentos de selva 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 600 m 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 4.11.** Ubicación de los transectos lineales que se tomaron de base para el monitoreo de la fauna silvestre, así como los puntos de conteo de aves realizados en el muestreo de campo.

**Tabla 4.12.** Coordenadas de los puntos de conteo de muestreo dentro del polígono del proyecto para CUSTF.

PUNTOS DE CONTEO	X	Y
1	205971.49	2352624.6
2	206061.65	206061.65
3	205984.22	2352515.7
4	206044.17	2352436.5

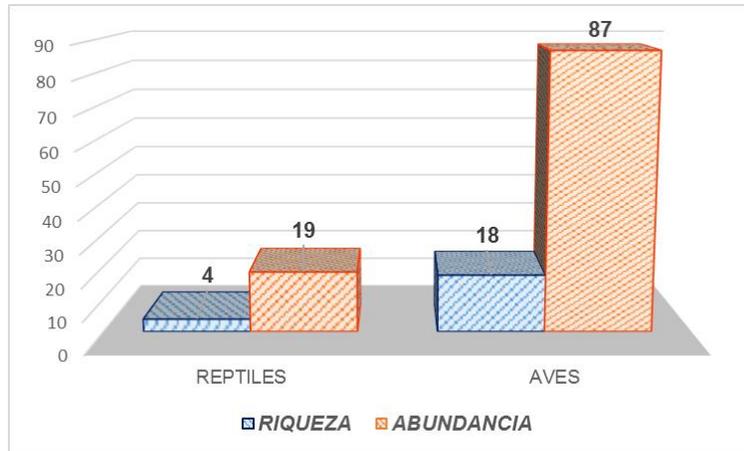
**Tabla 4.13.** Coordenadas del transecto en banda realizado dentro del polígono del proyecto.

TRANSECTO EN BANDA	INICIO		FINAL	
	X	Y	X	Y
1	205956.26	2352616.05	205988.65	2352406.55

- Especies verificadas en campo.**

Como **RESULTADO** de los muestreos realizados en el área del proyecto y sus áreas de influencia, se pudo verificar la presencia de 31 especies de 27 géneros de vertebrados de fauna silvestre, pertenecientes a 20 familias (Ver anexo 9).

Sin embargo en el área directa de afectación del proyecto, específicamente en el área de cambio de uso de suelo del proyecto se registraron 22 especies de 19 géneros, pertenecientes a 14 familias de vertebrados terrestres, donde el grupo más abundante fue el de las aves.



**Grafica 4.4.** 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. 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 4 especies, lo cual representa el 18.18 % del total de fauna silvestre registrada dentro del predio. La especie más abundante registrada fue el Merech (*S. chrysostictus*), seguida de la lagartija café (*A. sagrei*), 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 4.14.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las especies del grupo de reptiles del predio bajo estudio.

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUN REL	LN(P <sub>i</sub> )	V=-(P <sub>i</sub> ) X LN (P <sub>i</sub> )
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	7	0.3684	-0.9985	0.3679
<i>Anolis sagrei</i>	5	0.2632	-1.3350	0.3513

<i>Holcosus undulata</i>	3	0.1579	-1.8458	0.2914
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	4	0.2105	-1.5581	0.3280
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>			<b>1.3387</b>

**Tabla 4.15.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.

REPTILES	
<b>RIQUEZA (S)</b>	4
<b>H' CALCULADA</b>	1.3387
<b>H' MAXIMA=Ln (S)</b>	1.3863
<b>EQUIDAD (J)=H / H MAX</b>	0.9656

El grupo faunístico de los reptiles en el predio, posee una riqueza específica de cinco especies, las cuales poseen una distribución de 0.9656, 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 1.3863 y la H' calculada fue de 1.3387, 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 4.16** los reptiles observados dentro del predio bajo estudio fueron los pertenecientes principalmente a las lagartijas.

### Aves

En total se verificaron 18 especies de aves que representan el 81.82 % de las especies de fauna registradas dentro del predio bajo estudio.

**Tabla 4.16.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de las aves del predio bajo estudio.

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUN REL	LN(P <sub>i</sub> )	V=-(P <sub>i</sub> ) X LN (P <sub>i</sub> )
<i>Zenaida asiatica</i>	13	0.1494	-1.9010	0.2841
<i>Columbina talpacoti</i>	6	0.0690	-2.6741	0.1844
<i>Geococcyx velox</i>	1	0.0115	-4.4659	0.0513
<i>Amazilia rutila</i>	3	0.0345	-3.3673	0.1161
<i>Pitangus sulphuratus</i>	5	0.0575	-2.8565	0.1642
<i>Myiozetetes similis</i>	2	0.0230	-3.7728	0.0867
<i>Vireo griseus</i>	2	0.0230	-3.7728	0.0867
<i>Vireo pallens</i>	2	0.0230	-3.7728	0.0867
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	7	0.0805	-2.5200	0.2028
<i>Troglodytes aedon</i>	3	0.0345	-3.3673	0.1161
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	2	0.0230	-3.7728	0.0867
<i>Polioptila caerulea</i>	4	0.0460	-3.0796	0.1416
<i>Polioptila albiloris</i>	3	0.0345	-3.3673	0.1161

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUN REL	LN(P <sub>i</sub> )	V=-(P <sub>i</sub> ) X LN (P <sub>i</sub> )
<i>Mimus gilvus</i>	17	0.1954	-1.6327	0.3190
<i>Setophaga erithacorides</i>	1	0.0115	-4.4659	0.0513
<i>Quiscalus mexicanus</i>	8	0.0920	-2.3865	0.2194
<i>Icterus auratus</i>	2	0.0230	-3.7728	0.0867
<i>Icterus gularis</i>	6	0.0690	-2.6741	0.1844
<b>TOTAL</b>	<b>87</b>			<b>2.5845</b>

**Tabla 4.17.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.

AVES	
RIQUEZA (S)	18
H' CALCULADA	2.5845
H' MAXIMA=Ln (S)	2.8904
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8942

El grupo faunístico de los aves del ecosistema de vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia por afectar dentro del predio, posee una riqueza específica de 37 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8942, 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 2.8904 y la H' calculada fue de 2.5845, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico está cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Las especies más abundantes fueron el Zenzontle tropical (*M. gilvus*) con total de 17 registros durante todo el muestreo, seguido de la paloma ala blanca (*Z. asiatica*) con 13 registros y por último el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) con 8 registros. Estos de acuerdo al área estudiada y de acuerdo a los registros antes mencionados tuvieron una densidad por hectárea que va de los 22.99 a los 14.15 individuos, tal como se puede observar en la **tabla 4.18**. Todas estas especies muy comunes de la región y de las zonas urbanizadas

### **Mamíferos**

Debido a que el polígono del proyecto se encuentra en una zona urbanizada, no se obtuvieron registros de este grupo, por consiguiente no fue posible llevar a cabo ningún estadístico.

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

En cuanto a las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron dos especies consideradas como especies prioritarias, lo cual las coloca como especies con Protección Especial. Así mismo, se registraron cuatro especies endémicas de la región tal como se puede apreciar en la siguiente tabla. Cabe señalar que varias de estas especies fueron registradas fuera del predio de

proyecto, en áreas de influencia, sin embargo debido a que sus áreas de distribución pueden abarcar zonas del polígono del proyecto, son consideradas dentro de este listado, por lo que serán consideradas para el programa de protección a la fauna silvestre propuesto en este estudio.

**Tabla 4.18.** 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>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija escamosa de Cozumel	Pr *
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Merech rayado	*
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	*
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	*
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 considera otros ambientes como las asociaciones vegetales con selvas inundables, áreas agrícolas entre otros, ó 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).

En lo que respecta a la composición de las comunidades de fauna, la mayoría de las especies verificadas se consideran especies generalistas y sin necesidades específicas para la alimentación, reproducción y anidación. Muchas de estas especies han sido descritas como comunes de las selvas tropicales, incluidas las selvas bajas y medianas, en algunos de los casos están asociadas a selvas con cierto avance de recuperación como es el caso de especies como el sapo común (*B. valliceps*), la

lagartija arcoíris (*H. undulata*), la lagartija merech (*S. chrysostictus*), especies de aves como el halcón huaco (*H. cachinans*), el pavo ocelado (*M. ocellata*), el perico pecho sucio (*A. nana*), la paloma arroyera (*L. verreauxi*), el cuclillo canela (*P. cayana*), el carpintero yucateco (*M. pygmaeus*), el cardenal (*C. cardinalis*), el rascador oliváceo (*A. rufivirgatus*) y como especies de mamíferos medianos especies como el tejón (*N. narica*) e inclusive el venado cola blanca (*O. virginianus*) (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.*, 2006; Gonzalez-Martinez, 2006; Chable-Santos, 2009; Herrera-Gonzalez, 2009; Chable-Santos y Sosa-Escalante, 2010).

Por otra parte, a pesar de que muchas de estas especies son más frecuentes de observar en selvas con algún grado de recuperación como acahuales, muchas veces presentan una gran capacidad para adecuarse a selvas con etapas tempranas de recuperación. En mucho de los casos estas especies pueden llegar a adaptarse a fragmentos reducidos de selvas y con un alto grado de perturbación como son las áreas cercanas a las zonas urbanas y rurales (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.*, 2006).

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

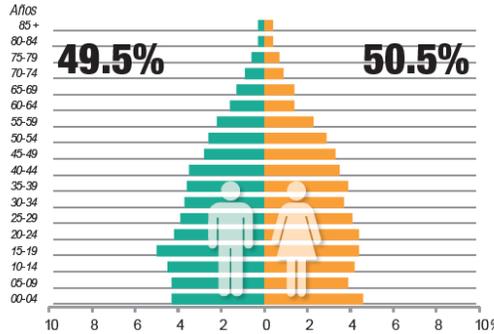
---

El proyecto se encuentra ubicado en la localidad de Chuburná Puerto del municipio de Progreso. Dicho municipio cuenta con la población más grande en la zona costera, es cabecera municipal del mismo nombre, se localiza al norte de la Península de Yucatán. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con el Municipio de Mérida, al Este con el Municipio de Motul y al Oeste con el municipio de Hunucmá. Se encuentra comprendido entre el paralelo 21° latitud norte y a los 89° 39' longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Por lo que los datos sociales que se presentarán hacen referencia a la localidad y municipio de Progreso.

El Municipio de Progreso está conformado por las localidades de Progreso, Chicxulub Puerto, Chelem, Chuburná Puerto y San Ignacio. Cuenta con una extensión de 271 Km<sup>2</sup> donde queda incluido el fraccionamiento "Los Flamboyanes" mismo que se encuentra a 10 Km. del puerto de Progreso. Chelem y Chicxulub son pequeñas comunidades costeras, pertenecientes al municipio de Progreso de Castro; la primera se localiza a 10 km de Chuburná puerto, a 15 km de Progreso, y a 46 km de la ciudad de Mérida, capital del Estado; y la segunda, situada a 7 km del mismo municipio y a 43 km de la ciudad de Mérida y al oriente a 29 km de Telchac puerto.

**a) Demografía**

Según el Censo General de Población y Vivienda, efectuado por el INEGI en el 2015, la población total del municipio es de: 59,122 habitantes, representando el 2.8% de la población de la entidad; donde 29,265 son hombres y 29,857 son mujeres.



**b) Vivienda**

Para el municipio de progreso, se tiene que existen, al 2010, un total de 14,470 viviendas habitadas. En estas viviendas, se tiene un promedio de ocupantes de 3.7 personas/vivienda. Del total de las 14,470 viviendas, 13,966 poseen agua de la red pública, 13,966 poseen drenaje. 14,025 poseen excusado o sanitario, 14,206 poseen energía eléctrica, 12,633 poseen refrigerador, 13,885 televisión, 11,324 lavadora y 3,926 computadora.

**c) Servicios Públicos**

Las coberturas de los servicios públicos para el municipio de Progreso, de acuerdo a los datos obtenidos por el Censo de Población y Vivienda 2010 son los siguientes:

Tabla 4.7. Servicios públicos en el municipio de progreso

Servicio	Cobertura (%)
Energía eléctrica	97.73
Agua entubada	94.32
Drenaje	94.76

**d) Vías de Comunicación**

La red carretera, de acuerdo al Anuario Estadístico del Estado de Yucatán, editado por el INEGI, al año 2000 tiene una longitud de 99.0 kms.

**e) Educación**

Para el municipio de Progreso, según el INEGI en el 2009, posee 23 escuelas a nivel preescolar, 27 a nivel primaria, 1 a nivel primaria indígena, 14 a nivel secundaria, 1 a nivel profesional técnico, 5 a nivel

bachillerato y 1 escuela en formación para el trabajo. La tasa de alfabetización de las personas de 15 a 24 años, según el censo del 2010, es de 99.1.

#### f) Salud

El municipio de Progreso, en el 2010, presentaba 39,234 personas derechohabientes a servicios de salud. En todo el municipio se tiene a 73 médicos. Así mismo, se tiene que las familias beneficiadas por el seguro popular, en el 2009, eran 5,798.

#### g) Población Económicamente Activa

De acuerdo con cifras al año 2000 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 18,705 personas, de las cuales 18,560 se encuentran ocupadas y se presenta de la siguiente manera:

**Tabla 4.8.** Población económicamente activa

Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	16.24
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	21.69
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	60.43
Otros	1.64

#### h) Índice de Pobreza

Para la población del municipio de Progreso se tienen valores registrados del orden de 9.6 %, según datos del INEGI, en la zona urbana y de 25.7 % para las zonas rurales. El índice y grado de marginación proporcionado por la CONAPO, para el municipio del Progreso en el año 2000 fue medio (-1.291) de acuerdo con INEGI 2000.

### IV.2.5 Paisaje

De manera general el sistema se ubica dentro del municipio de Progreso, el cual se encuentra en constante crecimiento con una fuerte problemática de generación de residuos urbanos y afectaciones por el cambio de uso del suelo en los remanentes de zonas con vegetación secundaria y en recuperación.

Actualmente la zona donde se pretende establecer el proyecto ya no cuenta con su vegetación original ya que esta ha sido removida por consecuencia de diversas actividades que se han realizado en la zona y por la cercanía de las poblaciones en particularidad con la población de Chuburná Puerto, la zona cuenta con un paisaje de desarrollos inmobiliarios, donde se pueden observar fraccionamientos y desarrollos inmobiliarios, en las colindancias del predio del proyecto.

Al estar situado en el municipio de Progreso, esta cuenta con una zona con aptitudes urbanas, el paisaje natural de esta zona ha sido modificado las actividades que han sido llevadas a cabo con el tiempo por los predios colindantes a este.

Tomando en cuenta la naturaleza del proyecto, Desarrollo inmobiliario, las características, que cumplen con los criterios ecológicos aplicables y la ubicación del mismo, se puede concluir que es un proyecto amigable con el paisaje en el cual se inserta.

### 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.

En general ¿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, 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.

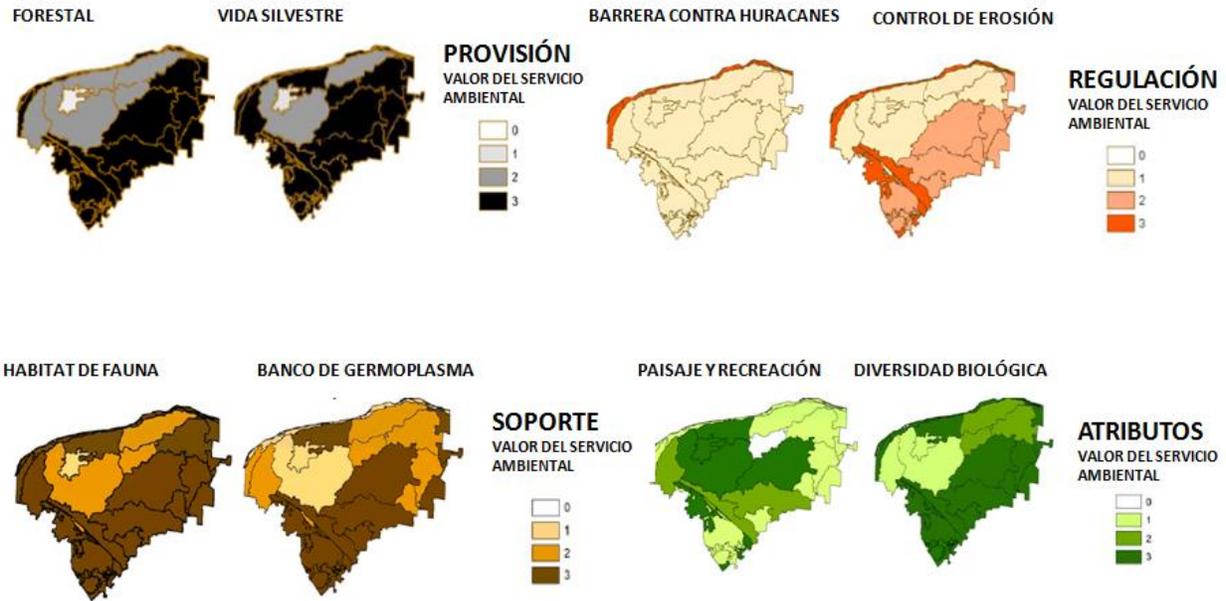
Donde se menciona que las unidades de paisajes que tienen la mayor importancia para Yucatán, por poseer servicios de provisión, regulación, soporte y culturales sobresalientes son:

- **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:

---

<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*.



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 9.1.** 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.

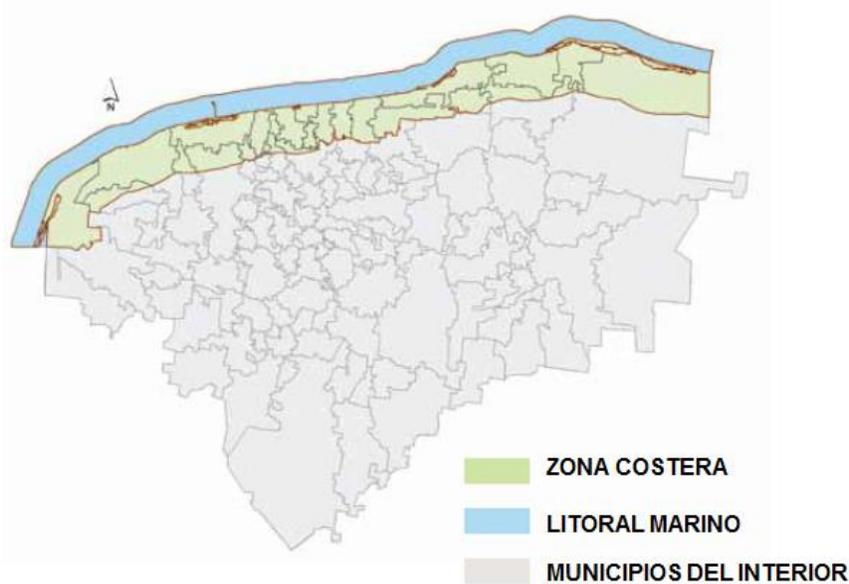


Figura 9.2. Franja de 20 kilómetros con la división municipal.

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 9.3**.

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 halófito (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).



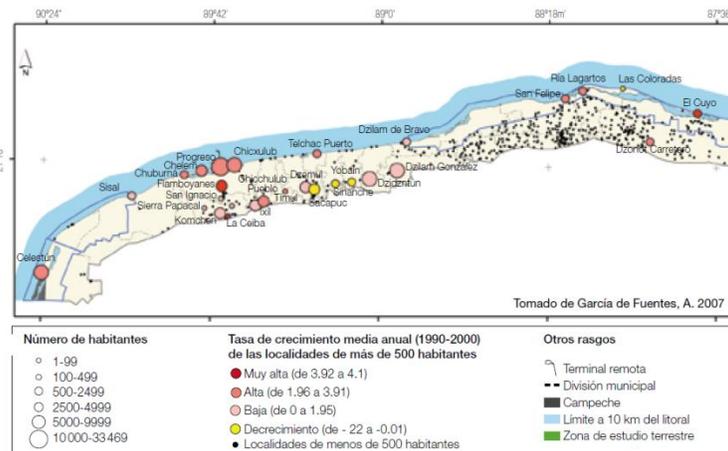


**Figura 9.3.** Perfil de la costa del estado de Yucatán y sus principales paisajes naturales.

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, puede conllevar a efectos catastróficos de los fenómenos naturales como los huracanes, tal como se puede visualizar.***

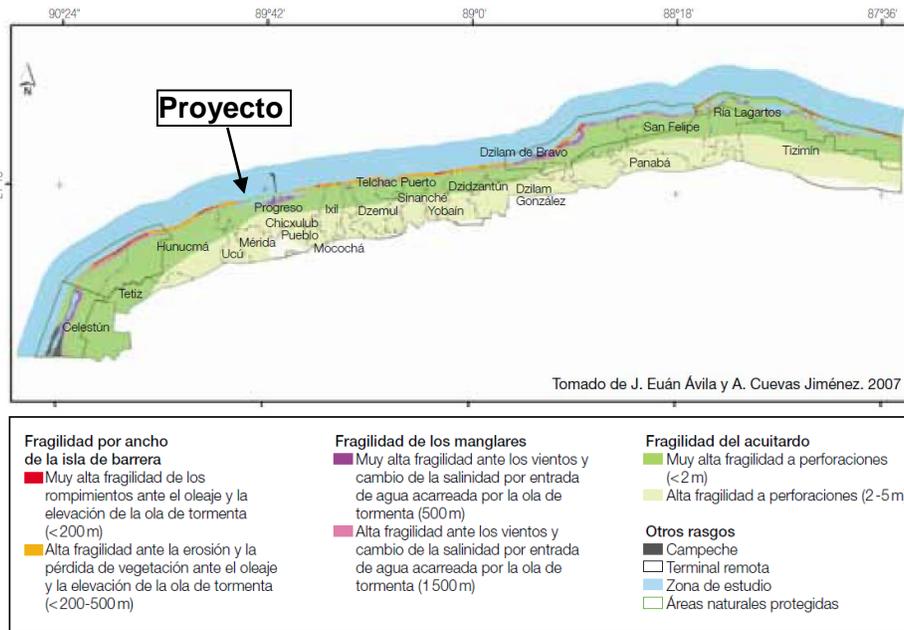
La historia del poblamiento del territorio costero se relaciona con dos factores contrapuestos: los huracanes y el impulso a ciertas actividades económicas. La tasa de crecimiento demográfico en la costa se resume en la siguiente figura:



**Figura 9.4.** 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 9.6**). 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 9.5**).



**Figura 9.5.** Fragilidad de la isla de barrera, humedales y acuífero.



**Figura 9.6.** 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 9.6** 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 de este estudio 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 0.9441ha (43.87%), donde se mantendrá una superficie de 0.6342 ha (29.478%) como Área de Conservación, adicionalmente se contara con un área de crecimiento a futuro con una superficie de 0.5739 ha (26.67%), la cual por el momento seguirá prestando servicios ambientales de importancia. De igual forma el proyecto respetara los 20 m de ZFMT y la primera franja de duna costera. Por lo que de acuerdo a lo anterior el proyecto es congruente con el ambiente y su desarrollo es totalmente viable.**

#### 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

<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.

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 *Ammophila 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, alcanzando 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).**

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. 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>).

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:

<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.

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

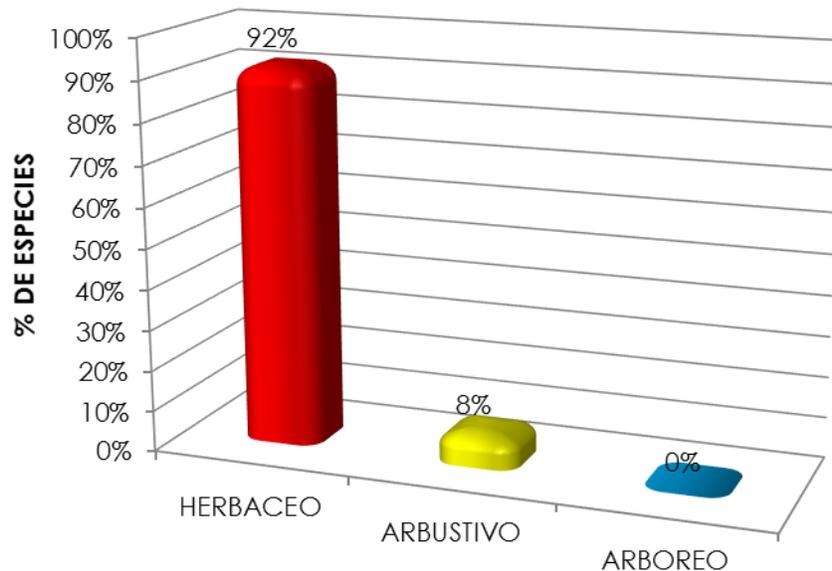
## VEGETACIÓN Y FLORA SILVESTRE.

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. 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>12</sup>; Zamorano de Haro, 2009<sup>13</sup>).

Los resultados más importantes en cuanto a la composición, estructura y diversidad de la flora y fauna silvestre observada en el predio es el siguiente:

### **FLORA SILVESTRE.**

En total se registró dentro de los cuadrantes de muestreo trazados en el área de estudio la presencia de una riqueza específica de flora silvestre de 38 pertenecientes a 38 géneros y 25 familias. Estas especies se encuentran distribuidas de manera importante en el estrato herbáceo, seguidas del estrato arbustivo, tal como se puede observar en la siguiente figura.



**Grafica 4.5.** Representatividad de las especies de flora silvestre registradas por estratos dentro del polígono bajo estudio.

### Especies del estrato HERBÁCEO.

En el estrato herbáceo del predio bajo estudio se registraron 37 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores del VIR:

<sup>12</sup> Toledo, V. M., 1994, "La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventa". *Ciencias*. 34: 43-58 pp.

<sup>13</sup> Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

**Tabla 4.19.** Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo del área de estudio.

ESPECIE	COB REL (%)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VIR
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	0.98	0.69	4.21	5.89
<i>Agave angustifolia</i>	4.43	3.34	6.32	14.08
<i>Ambrosia hispida</i>	13.40	22.89	3.16	39.44
<i>Batis marítima</i>	2.63	2.96	3.16	8.75
<i>Bidens alba</i>	0.42	0.63	1.05	2.10
<i>Bonellia macrocarpa</i>	0.33	0.13	2.11	2.57
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	33.39	23.46	7.37	64.21
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	0.84	0.32	3.16	4.32
<i>Canavalia rosea</i>	0.43	0.38	2.11	2.91
<i>Capparis flexuosa</i>	1.45	0.63	5.26	7.35
<i>Cenchrus echinatus</i>	2.47	3.72	3.16	9.35
<i>Coccoloba uvifera</i>	0.17	0.06	1.05	1.28
<i>Commelina erecta</i>	0.17	0.25	2.11	2.52
<i>Crossopetalum rhacoma</i>	3.33	1.77	4.21	9.30
<i>Croton punctatus</i>	0.33	0.50	2.11	2.94
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	1.99	0.50	3.16	5.65
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	0.67	1.01	1.05	2.73
<i>Dicliptera sexangularis</i>	0.02	0.06	1.05	1.14
<i>Distichlis spicata</i>	2.35	14.19	4.21	20.75
<i>Flaveria linearis</i>	1.42	2.14	1.05	4.62
<i>Gossypium hirsutum</i>	0.67	0.44	3.16	4.27
<i>Hymenocallis littoralis</i>	0.26	0.06	1.05	1.38
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	0.06	0.06	1.05	1.18
<i>Lantana camara</i>	1.80	1.51	4.21	7.52
<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.30	0.19	2.11	2.60
<i>Mammillaria gaumeri</i>	0.01	0.06	1.05	1.13
<i>Metopium brownei</i>	0.17	0.06	1.05	1.28
<i>Opuntia stricta</i>	0.38	0.06	1.05	1.49
<i>Passiflora foetida</i>	0.04	0.06	1.05	1.15
<i>Pithecellobium keyense</i>	12.31	5.42	7.37	25.10
<i>Porophyllum punctatum</i>	0.09	0.06	1.05	1.21
<i>Scaevola plumieri</i>	2.82	0.76	3.16	6.73
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	1.04	0.76	4.21	6.00
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	4.86	7.31	1.05	13.22
<i>Sideroxylon americanum</i>	1.96	0.76	3.16	5.87
<i>Suriana maritima</i>	0.26	0.13	1.05	1.44
<i>Waltheria indica</i>	1.76	2.65	2.11	6.51
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

El estrato herbáceo del ecosistema presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 37 especies, las cuales poseen una distribución de 0.6689, con el cual se afirma que existen especies dominantes. Las especies de mayor importancia en el estrato herbáceo dentro del predio son las siguientes: *Bravaisia berlandieriana* (64.21%), *Ambrosia hispida* (39.44%) y *Pithecellobium keyense* (25.10%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo dentro del predio es de 3.6109 y la H' calculada fue de 2.4153, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

### **Especies del estrato ARBUSTIVO.**

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 9 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla 4.20.** Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbustivo del área de estudio.

ESPECIE	COB REL (%)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VIR
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	0.72	0.76	3.85	5.33
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	2.17	4.55	7.69	14.41
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	8.18	6.06	11.54	25.78
<i>Cordia sebestena</i>	6.51	0.76	3.85	11.11
<i>Crossopetalum rhacoma</i>	5.29	7.58	11.54	24.40
<i>Metopium brownei</i>	1.94	3.03	3.85	8.82
<i>Pithecellobium keyense</i>	44.21	40.91	26.92	112.05
<i>Sideroxylon americanum</i>	30.61	34.85	26.92	92.38
<i>Suriana maritima</i>	0.36	1.52	3.85	5.72
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

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: *Pithecellobium keyense* (112.05%), *Sideroxylon americanum* (92.38%) y *Caesalpinia vesicaria* (25.78%).

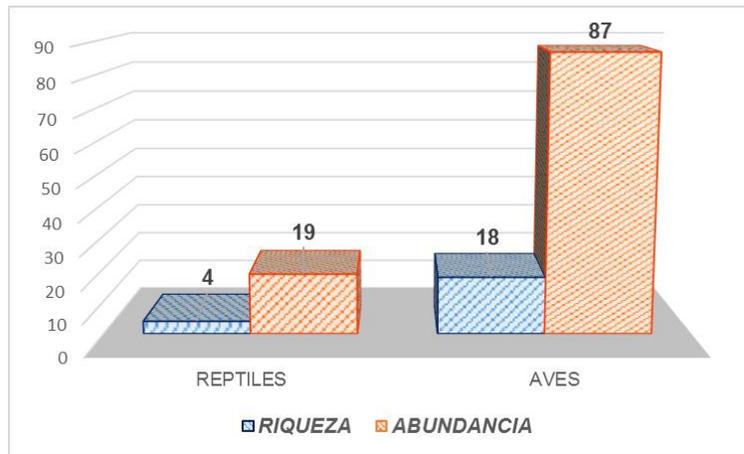
La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del predio es de 2.1972 y la H' calculada fue de 1.4823, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

***El ecosistema de duna costera a afectar por el CUSTF representa únicamente el 0.018 % respecto al presente en la Cuenca B Yucatán. Lo anterior indica que la afectación al paisaje es casi imperceptible, por lo que el proyecto es totalmente viable.***

## FAUNA SILVESTRE.

Como resultado de los muestreos realizados en el ÁREA DEL PROYECTO Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA, se pudo verificar la presencia de 31 especies de 27 géneros de vertebrados de fauna silvestre, pertenecientes a 20 familias (Ver anexo 9).

Sin embargo en el ÁREA DIRECTA DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO, específicamente en el ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO del proyecto se registraron 22 especies de 19 géneros, pertenecientes a 14 familias de vertebrados terrestres, donde el grupo más abundante fue el de las aves.



**Grafica 4.6.** 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 registrados 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 especie alguna de este grupo faunístico, por lo que no se pudo realizar el análisis. Esto podría ser debido a que cerca dentro del área de estudio no hay cuerpos de agua.

**Reptiles.** Se registraron un total de 4 especies, lo cual representa el 18.18 % del total de fauna silvestre registrada dentro del predio. La especie más abundante registrada fue el Merech (*S. chrysostictus*), seguida de la lagartija café (*A. sagrei*), 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 grupo faunístico de los reptiles en el predio, posee una riqueza específica de cinco especies, las cuales poseen una distribución de 0.9656, 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 1.3863 y la H' calculada fue de 1.3387, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

**Aves.** En total se verificaron 18 especies de aves que representan el 81.82 % de las especies de fauna registradas dentro del predio bajo estudio. La mayoría de estas especies se registraron sobrevolando el predio.

El grupo faunístico de los aves del ecosistema de vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia por afectar dentro del predio, posee una riqueza específica de 37 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8942, 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 2.8904 y la H' calculada fue de 2.5845, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico está cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

**Mamíferos medianos y grandes.**

No se registraron mamíferos en el área del proyecto, quizá se deba a que el área del proyecto está muy restringida y los mamíferos suelen presentar una distribución muy amplia.

**Especies consideradas en alguna categoría de riesgo dentro de la nom-059-semarnat-2010 y especies endémicas de la región.** Se registraron dos especies consideradas como especies prioritarias, lo cual las coloca como especies con Protección Especial, la lagartija escamosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*) y el vireo manglero (*Vireo pallens*). Así mismo, se registraron cuatro especies endémicas de la región, el merech (*Sceloporus chrysostictus*), el merech rayado (*Aspidoscelis angusticeps*), la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) y el bolsero yucateco (*Icterus auratus*). Cabe señalar que varias de estas especies fueron registradas fuera del predio de proyecto, en áreas de influencia, sin embargo debido a que sus áreas de distribución pueden abarcar zonas del polígono del proyecto. Por lo que en el presente proyecto plantea realizar un programa de acciones de protección y conservación de la fauna silvestre del área forestal a afectar por CUSTF (Ver **Anexo 6** de este estudio técnico).

***El riesgo de disminuir la biodiversidad por la construcción y operación del proyecto, no es alto; ya que se considera una superficie importante para la preservación (Área de Conservación cuya representatividad es del 29.47% respecto al total del predio), donde las condiciones de la vegetación se mantendrán de manera natural, favoreciendo así el mantenimiento del germoplasma y las condiciones de hábitat de las especies vegetales y animales propias de la región.***

***Para el caso de las especies de flora y fauna silvestre catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se plantea la aplicación de medidas de mitigación tales como el rescate y reubicación de especies forestales mediante reforestación y un programa de acciones para la protección y conservación de las especies de fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio).***

**Las consideraciones del proyecto, permiten el libre tránsito de todo tipo de fauna, como anfibios, reptiles, aves y mamíferos, y tomando en cuenta que las condiciones de vegetación de los predios vecinos son similares, no fragmentará el corredor fauna existente en la región.**

### 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 predio se encuentra actualmente medianamente bueno y en recuperación por los diferentes usos que se le dio en años anteriores. Sin embargo, el área que ocupa el predio es urbano en donde existen desarrollos inmobiliarios similares como el que se pretende mediante este proyecto. 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 paisaje 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>14</sup>).

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 9.2.** Valores de los parámetros químicos para el municipio de Progreso.

PARÁMETROS	PROGRESO
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	101-1000 (Peligrosa)
Nitratos (mg/l)	2.57-25.00

<sup>14</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.

PARÁMETROS	PROGRESO
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 es donde se encuentra inmerso el proyecto) 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 0.6342 ha (29.47% 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. Adicionalmente el polígono del proyecto mantendrá un área de crecimiento a futuro con una superficie de 0.5739 ha (26.67%) la cual seguira prestando servicios ambientales de importancia para la region.

Durante la operación del centro turístico, es importante considerar que dado que consiste en un proyecto que prestara servicios sanitarios, zonas de descanso y alimentación, 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 un biodigestor y posteriormente canalizados 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 cárstica 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 9.3.** 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

$$ETP = 16[10(T/I)]^\alpha$$

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 9.4.** Temperatura mínima, máxima y media de la estación meteorológica más cercanas al área de estudio.

TEMPERATURA °C			
MES	MÍNIMA	MAXIMA	MEDIA
ENERO	15.5	30.1	22.9
FEBRERO	15.7	32.0	23.2
MARZO	16.9	34.3	24.7
ABRIL	19.1	35.3	25.8
MAYO	21.1	35.0	26.8
JUNIO	22.7	33.3	27.2
JULIO	22.5	32.3	27.1
AGOSTO	22.7	32.1	27.2
SEPTIEMBRE	22.7	32.3	27.1
OCTUBRE	21.1	31.1	26.5
NOVIEMBRE	18.2	30.4	24.7
DICIEMBRE	16.3	30.5	23.4
<b>ANUAL</b>	19.5	32.4	<b>25.5</b>

**Tabla 9.5.** Cálculo del índice de calor (I) para el área de estudio.

MES	T	i
ENERO	22.9	10.0127
FEBRERO	23.2	10.2119
MARZO	24.7	11.2280
ABRIL	25.8	11.9937
MAYO	26.8	12.7044
JUNIO	27.2	12.9926
JULIO	27.1	12.9204
AGOSTO	27.2	12.9926

MES	T	i
SEPTIEMBRE	27.1	12.9204
OCTUBRE	26.5	12.4897
NOVIEMBRE	24.7	11.2280
DICIEMBRE	23.4	10.3455
<b>ANUAL</b>	<b>I</b>	<b>142.0400</b>

Aplicando la fórmula del método de Thornthwaite se obtiene lo siguiente

**Tabla 9.6.** Calculo del ETP del área de estudio en donde se pretende el CUSTF.

VARIABLES	
T	25.5
I	142.04700
$\alpha$	3.4166
<b>ETP</b>	<b>118.13</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 9.7.** Precipitación media anual del área de estudio.

MESES	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)
ENERO	22.4
FEBRERO	16.4
MARZO	8.8
ABRIL	9.0
MAYO	30.0
JUNIO	73.6
JULIO	47.4
AGOSTO	52.4
SEPTIEMBRE	86.3
OCTUBRE	57.1
NOVIEMBRE	31.8
DICIEMBRE	23.8
<b>ANUAL</b>	<b>456.0</b>

**Tabla 9.8.** Coeficientes de escurrimiento (Ce) de diferentes materiales en el área de captación.

CONDICIONES DE SUPERFICIE	PENDIENTE	COEFICIENTE K <sub>s</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  $V_e$ :

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 ( $V_e$ ) en el área de CUSTF aplicando la siguiente formula:

$$V_e = (P) (At) (Ce)$$

Entre los resultados se encuentran las siguientes:

**Tabla 9.9.** 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)	0.13
ÁREA SOMETIDA A CUSTF (OBRAS DE CONCRETO DESPUÉS DEL PROYECTO)	0.76

No obstante al cálculo anterior (área de CUSTF= 0.9441 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 9.10.** Usos y superficies de las áreas directamente relacionadas al proyecto.

USO	SUPERFICIE (HECTÁREAS)
Superficie de la Cuenca B Yucatán	4,227,914.5900
Superficie total del proyecto	2.1523
Superficie vegetal forestal a afectar (CUSTF)	0.9441
Superficie de Crecimiento a futuro	0.5739
Superficie de áreas de conservación	0.6342

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 9.11.** 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).

PARÁMETROS			SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
P	456.00	mm/año			
ETR	118.13	mm/año			
At	0.0094	km <sup>2</sup>			
Ve (FORESTAL)	0.52	m <sup>3</sup>			
Ve (PAVIMENTO)	3.12	m <sup>3</sup>			
<b>INFILTRACIÓN (m<sup>3</sup>/año)</b>			<b>2,759.36</b>	<b>606.75</b>	<b>2,152.60</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 2,152.60 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 9.12.** 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> )	(%)
<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	21,522.70	6,290.36	0.000083
Área cambio uso del suelo (sin proyecto)	9,441.24	2,759.36	0.000036
<b>Área de cambio de uso de suelo (con proyecto)</b>	<b>9,441.24</b>	<b>606.75</b>	<b>0.000008</b>

Lo anterior representa el comparativo de la pérdida de captación de agua (2,759.36-606.75= 2,152.60 m<sup>3</sup>) por motivo del CUSTF por el proyecto de la Construcción del centro turístico "Playa Pachanga" y que representa el 34.2% respecto a la infiltración potencial percibida en el área total del predio. La pérdida anterior en captación y filtración del agua representa únicamente el 0.000009% y 0.000028% 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 m<sup>3</sup>/año, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 9.13.** Mitigación en la pérdida de filtración de agua en el área del proyecto.

CONDICIÓN	PERDIDA DE INFILTRACIÓN DE AGUA (m3/Año) en 0.278416 ha	REPRESENTATIVIDAD (%)
<b>TOTAL DE INFILTRACIÓN A MITIGAR</b>	2,152.60	100.00
<b>MEDIDA DE MITIGACIÓN</b>	<b>INFILTRACIÓN DE AGUA MITIGADA (m3/Año)</b>	
<b>INFILTRACIÓN CON SELLAMIENTO</b>	606.75	28.19
<b>INFILTRACIÓN MITIGADA CON LA PRESENCIA DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN</b>	1,853.57	86.11
<b>INFILTRACIÓN MITIGADA CON LA PRESENCIA DE ÁREAS PARA CRECIMIENTO A FUTURO</b>	1,677.43	77.93
<b>TOTAL DE MITIGADO</b>	<b>4,137.76</b>	<b>192.22</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

Como se ha mencionado, actualmente la zona norte del estado de Yucatán, en especial al norte del municipio de Mérida, ha sido utilizada para la elaboración de desarrollos inmobiliarios debido al paisaje y servicios ambientales que les proporciona. Estos proyectos han aumentado a través de los años por lo que se vio la necesidad de elaborar un Ordenamiento del Territorio Costero en el cual se establezcan los usos del suelo permitidos para las diferentes UGA's y los criterios a seguir a fin de disminuir o eliminar los impactos que generan dichos proyectos al ambiente.

Las regiones costeras tienen un rol fundamental desde la perspectiva ecológica, social y económica. Entre las principales causas que alteran el equilibrio costero, el crecimiento de las ciudades costeras,

y poblaciones turísticas que se desarrollan a lo largo del litoral costero sin regulaciones ecológicas, es una de las más importantes.

Fenómenos de erosión, contaminación, deterioro de acuíferos, depredación de recursos acuáticos, bióticos e incluso el aumento de inundaciones a lo largo de la costa vienen aumentando, lo que pone en peligro a su vez el sustento económico y social de muchas de las poblaciones costeras cuyo recurso principal constituye el turismo de sol y playa.

Sin embargo, en el área de influencia del proyecto, se puede observar que 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 las poblaciones, en particular con la población Chuburná Puerto. En la actualidad la zona está rodada por construcciones o por desarrollos inmobiliarios y como ya se mencionó, la vegetación original fue removida.

El proyecto de Centro Turístico se encuentra inmerso dentro de la PRO03-BAR del POETCY, como una actividad de **Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles)** o como de **Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos)**, ya que este únicamente prestara servicios como regaderas, baños y una estancia temporal durante la presencia de los turistas en la playa; el proyecto se vincula y cumple con los criterios ecológicos aplicables a dicha UGA.

Como se puede observar en el apartado de vegetación, de acuerdo a los trabajos pioneros en cuanto a la clasificación de los tipos de vegetación de la región, indican que el área de estudio alberga una vegetación de duna costera (Miranda y Hernández-X., 1963; Rzedowski, 1978 y Flores y Espejel, 1994). Sin embargo, la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie V del INEGI (2014) indica que el uso del área de estudio se encuentra inmersa en una zona no aplicable ya está considerada como un sitio de asentamientos humanos, de igual forma una parte del polígono del proyecto está inmerso en una zona considerada como vegetación de duna costera, pero como se ha mencionado anteriormente la vegetación original en esta zona fue removida con anterioridad, no obstante, esta vegetación es secundaria derivada de vegetación de duna costera en un estado de recuperación. Se observó que hay una especies en enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual corresponde a *Mammillaria gaumeri*.

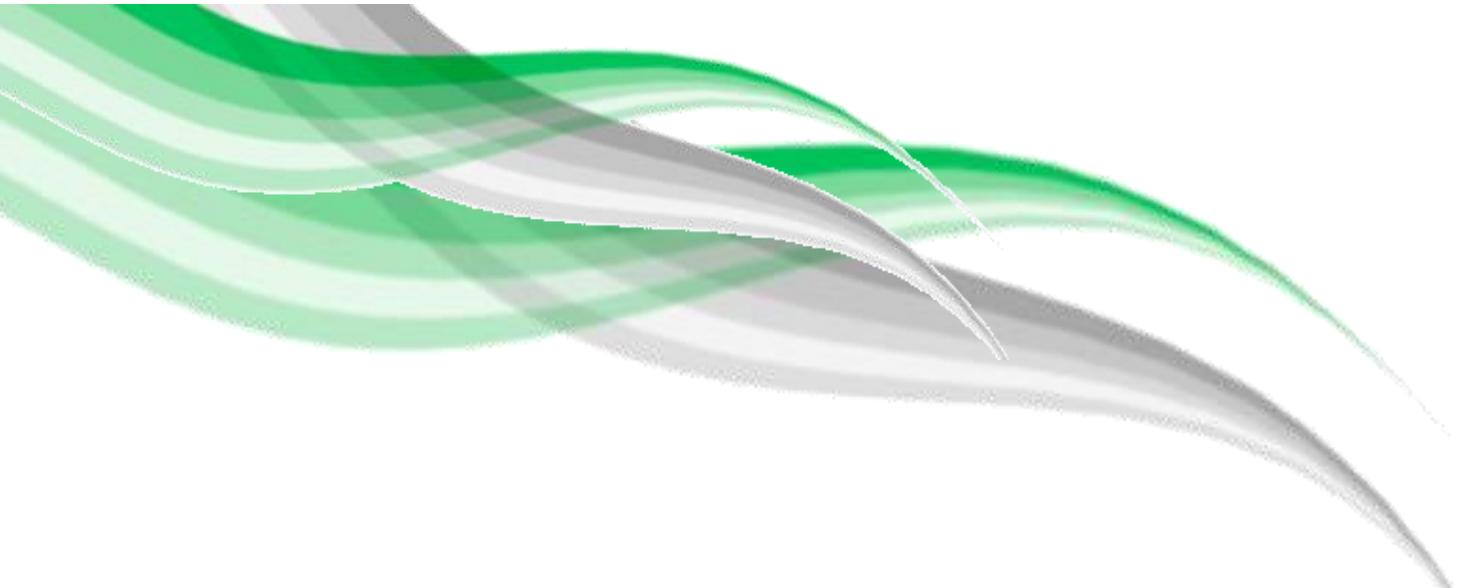
Para el caso de la fauna silvestre, a pesar de que muchas de estas especies son más frecuentes de observar en sitios con cierto grado de recuperación como acahuales, en mucho de los casos estas especies pueden llegar a adaptarse a fragmentos reducidos de selvas y con un alto grado de perturbación como son las áreas cercanas a las zonas urbanas y rurales (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.*, 2006).

Por lo que se pude decir 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.

Por último, cabe mencionar que el proyecto contempla la implementación de áreas de conservación, en la cual se mantendrá la vegetación natural del sitio.

Cuando se analiza la calidad de los componentes ambientales del predio, se observa que se encuentra en un área cuya vegetación original ha sido removida con anterioridad, no obstante cuenta con vegetación originaria de selva baja caducifolia en un estado de recuperación. Al desarrollar el proyecto **Construcción del centro turístico “Playa Pachanga”** con la correcta aplicación de las medidas de mitigación y compensación que se recomiendan, el cumplimiento de los criterios ecológicos aplicables de los Ordenamientos Territoriales, así como las Normas Oficiales Mexicanas, se podrá atenuar el impacto que generará el proyecto en el sistema ambiental que se presenta hoy en día en el lugar del estudio. Por lo tanto el proyecto en cuestión resulta ambientalmente viable.



# CAPITULO

IDENTIFICACIÓN,  
DESCRIPCIÓN Y  
EVALUACIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES.

# V



## ÍNDICE

---

V	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	1
V.1	IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	1
V.1.1	Indicadores de Impacto.....	1
V.1.2	Lista Indicativa de Indicadores de Impacto.....	3
V.1.3	Criterios y metodologías de evaluación.....	7
V.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	12
V.3	VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	13
V.4	CONCLUSIONES.....	15

## 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 está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

#### V.1.1 Indicadores de 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 previsibles 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.**

Naturaleza		Momento (MO)	
Impacto beneficioso	+	Largo plazo	1
Impacto perjudicial	-	Medio plazo	2
Intensidad (IN)		Inmediato	4
Baja	1	Critico	(+4)
Media	2	Persistencia (PE)	
Alta	4	Fugaz	1
Muy alta	8	Temporal	2
Total	12	Permanente	4
Extensión (EX)		Reversibilidad (RV)	
Puntual	1	Corto plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Irreversible	4
Total	8	Sinergia (SI)	
Critica	(+4)	Sin sinergismo	1
Acumulación (AC)		Sinérgico	2
Simple	1	Muy sinérgico	4
Acumulativo	4	Periodicidad (PR)	
Efecto (EF)		Irregular y discontinuo	1
Indirecto	1	Periódico	2
		Continuo	4
		Importancia (I)	
Directo	4	$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperabilidad (MC)			
De manera inmediata	1		
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 sinérgismo 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 ( $li$ ), 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 ( $lj$ ), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes ( $IPj$ ), obtenidos en este caso por suma algebraica.

Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales ( $Ij$ ), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

## Análisis del modelo

Continuando con Conesa Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

La importancia total  $li$ , de los efectos debidos a cada acción  $i$

$$li = \sum jlij$$

La importancia total ponderada  $IRi$ , de los mismos

$$IRi = \sum jlij \cdot Pj / \sum jPj$$

La importancia total  $lj$ , de los efectos causados a cada factor  $j$

$$lj = \sum ilij$$

La importancia total ponderada  $IRj$ , de los mismos

$$IRj = \sum ilij \cdot Pj / \sum jPj$$

La importancia total  $I$ , de los efectos debidos a la actuación

$$I = \sum ilj = \sum iI'i + IP = I' + IP$$

La importancia total ponderada  $IR$ , de los mismos

$$IR = \sum jIRj = \sum jI'Ri + IPR = I'R + IPR$$

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	...	i	...	n	1	2	...	i	...	n		
F <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	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.	Ab.	Rel.
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	-
	Relativo				I <sub>RI</sub>		-	I <sub>R</sub>					I' <sub>RI</sub>		-	-		I' <sub>R</sub>	-	-	I <sub>R</sub>

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta;

Rel. = Importancia relativa

$$I_i = \sum_j I_{ij} \quad I_{Ri} = \sum_j I_{Rij} \quad I_{ij} = P_j / \sum_j P_j \quad I_j = \sum_i I_{ij} \quad I_{Rj} = \sum_i I_{Rij} \quad I_j = I'_j + I_{Rj} \quad I_{Rj} = I'_{Rj} + I_{RPj}$$

**Figura 5.1.** 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 5.4.** 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 DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL DESARROLLO HABITACIONAL NORTE MÉRIDA**. 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 arbustiva y arbórea de selva baja caducifolia. Lo cual concuerda con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI en su carta serie IV. Por lo que el predio cuenta con caminos rústicos los cuales son transitados por los pobladores. Del mismo modo estos predios en algún momento fueron utilizados para actividades agrícolas y ganaderas. Por otra parte cabe señalar que en las colindancias inmediatas se puede observar casas del poblado de Komchén.



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 5.5.** 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
			Afectaciones a la fauna (Microfauna, Fauna Mediana)
	Socio-económico	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 desmonte y el despalme 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 vegetación durante el desmonte. 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.

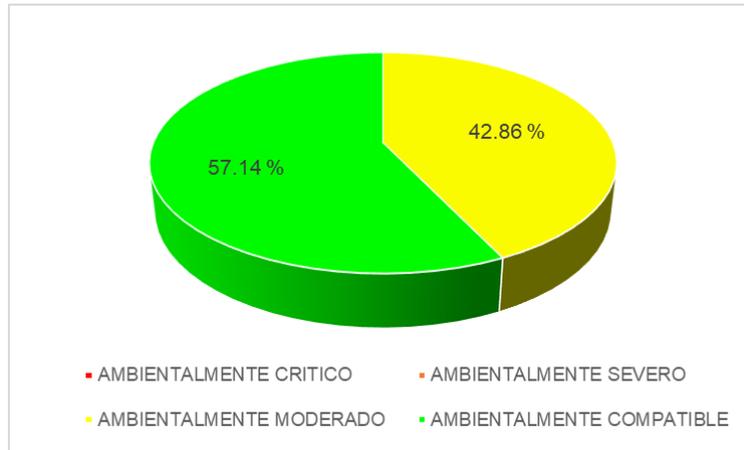
De acuerdo a la metodología antes mencionada se procedió a realizar una valoración de los posibles impactos que pudiera generar el proyecto durante cada una de sus etapas, desde el inicio hasta su operación.

Una vez realizada dicha valoración por etapas las diferentes etapas que tendrá el proyecto, se realizo 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 5.6.** Impactos ambientales generados por el proyecto.

IMPACTO	PREPARACIÓN DEL TERRENO		CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	TOTAL	PROM
	trazo y Delimitación	Desmante y Despalse	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.



**Grafica 5.1.** 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.



## ÍNDICE

---

VI JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	1
VI.1 Justificación Técnica que Motive la Autorización Excepcional del Cambio de Uso del Suelo	1
VI.2 Justificación Económica que Motive la Autorización Excepcional del Cambio de Uso del Suelo	26
VI.3 Justificación Social que Motive la Autorización Excepcional del Cambio de Uso del Suelo	27

## 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 atraviesa 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 atraviesa el polígono donde se llevara a cabo el proyecto, al ser transitado por gente que se traslada al puerto de Chuburná.
- 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 (POECTY, 2007), 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., para 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 en baja tensión
- Sistema colector de aguas pluviales
- Sistema de tratamiento de aguas negras
- Hidrantes contra incendios.

**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 del Centro Turístico “Playa Pachanga” estará ubicado al Norte del Estado de Yucatán, en terrenos de propiedad privada perteneciente al Municipio de Progreso de Castro, específicamente en los predios urbanos marcados con los números 207 y 204 de la calle 9 de la Localidad de Chuburná Puerto.

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 Progreso, 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 contara 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 ECOLOGICO 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:

UGA denominada **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 entre las UGAS **PRO03-BAR** con política **C3**, entre las actividades y usos del suelo actuales y 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 pretendido (Construcción del Centro Turístico “Playa Pachanga”) pretende prestar servicios de turismo alternativo donde se contara con áreas de descanso y recreo, 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

*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 del Centro Turístico "Playa Pachanga" consta de estacionamientos, áreas de recreación, restaurants, cocina, tiendas, bar, spa, baños, área de piscina, áreas de descanso, así como caminos internos que permanecerán sin impermeabilizar.

Es decir como se ha comentado anteriormente se pretende transformar un área rústico CON VEGETACIÓN SECUNDARIA DERIVADA DE DUNA COSTERA para darle un nuevo uso que consiste en un **Turismo alternativo**.

*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, permitirán 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>).

<sup>1</sup> Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

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.

## 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 83 especies y en el área de CUSTF únicamente 37. 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 35 especies. Asimismo, en el estrato herbáceo de la cuenca se registraron 48 especies que no fueron registrados en el predio; mientras que 2 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.

ESTRATO HERBÁCEO			
#	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	5.38	5.89
2	<i>Agave angustifolia</i>	16.82	14.08
3	<i>Alternanthera ramosissima</i>	0.83	0.00
4	<i>Amaranthus greggii</i>	3.82	0.00
5	<i>Ambrosia hispida</i>	15.96	39.44
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	8.75
9	<i>Bidens alba</i>	3.34	2.10
10	<i>Blutaparon vermiculare</i>	6.98	0.00
11	<i>Bonellia macrocarpa</i>	3.23	2.57
12	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	13.73	64.21
13	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	8.60	4.32
14	<i>Cakile edentula</i>	1.55	0.00
15	<i>Canavalia rosea</i>	4.55	2.91
16	<i>Capparis flexuosa</i>	1.59	7.35
17	<i>Cascabela gaumeri</i>	2.58	0.00
18	<i>Cassytha filiformis</i>	0.77	0.00
19	<i>Cenchrus echinatus</i>	8.77	9.35
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	1.28
23	<i>Coccothrinax readii</i>	0.65	0.00
24	<i>Commelina erecta</i>	1.09	2.52

ESTRATO HERBÁCEO			
#	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
25	<i>Conyza canadensis</i>	1.19	0.00
26	<i>Cordia sebestena</i>	2.08	0.00
27	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	1.93	9.30
28	<i>Croton flavens</i>	7.19	0.00
29	<i>Croton humilis</i>	1.75	0.00
30	<i>Croton punctatus</i>	2.19	2.94
31	<i>Cynodon dactylon</i>	7.03	0.00
32	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	0.00	5.65
33	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	28.02	2.73
34	<i>Desmodium tortuosum</i>	1.14	0.00
35	<i>Dicliptera sexangularis</i>	1.57	1.14
36	<i>Distichlis spicata</i>	6.04	20.75
37	<i>Echites umbellatus</i>	1.67	0.00
38	<i>Eragrostis ciliaris</i>	3.58	0.00
39	<i>Euphorbia cyathophora</i>	0.70	0.00
40	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	0.83	0.00
41	<i>Fimbristylis spadicea</i>	1.64	0.00
42	<i>Flaveria linearis</i>	15.26	4.62
43	<i>Gossypium hirsutum</i>	6.50	4.27
44	<i>Heliotropium angiospermum</i>	1.01	0.00
45	<i>Hymenocallis littoralis</i>	0.70	1.38
46	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	4.50	1.18
47	<i>Lantana camara</i>	1.58	7.52
48	<i>Leucaena leucocephala</i>	2.68	0.00
49	<i>Lycium carolinianum</i>	0.93	0.00
50	<i>Malvaviscus arboreus</i>	3.45	2.60
51	<i>Mammillaria gaumeri</i>	3.07	1.13
52	<i>Melanthera nivea</i>	2.78	0.00
53	<i>Melinis repens</i>	1.25	0.00
54	<i>Melochia pyramidata</i>	0.65	0.00
55	<i>Merremia aegyptia</i>	0.77	0.00
56	<i>Metopium brownei</i>	4.00	1.28
57	<i>Mimosa bahamensis</i>	0.71	0.00
58	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	1.06	0.00
59	<i>Neea psychotrioides</i>	0.61	0.00
60	<i>Opuntia stricta</i>	7.43	1.49
61	<i>Passiflora foetida</i>	2.11	1.15
62	<i>Pithecellobium keyense</i>	2.75	25.10
63	<i>Pluchea odorata</i>	1.11	0.00
64	<i>Porophyllum punctatum</i>	4.88	1.21
65	<i>Portulaca pilosa</i>	0.67	0.00

ESTRATO HERBÁCEO			
#	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
66	<i>Rhynchospora colorata</i>	1.25	0.00
67	<i>Ricinus communis</i>	0.93	0.00
68	<i>Salicornia bigelovii</i>	2.08	0.00
69	<i>Scaevola plumieri</i>	0.96	6.73
70	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	1.79	6.00
71	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	10.33	13.22
72	<i>Sideroxylon americanum</i>	0.00	5.87
73	<i>Solanum donianum</i>	2.16	0.00
74	<i>Solanum tridynamum</i>	0.71	0.00
75	<i>Spartina spartinae</i>	0.94	0.00
76	<i>Suaeda linearis</i>	1.84	0.00
77	<i>Suriana maritima</i>	1.29	1.44
78	<i>Thrinax radiata</i>	2.32	0.00
79	<i>Tillandsia balbisiana</i>	1.63	0.00
80	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	0.67	0.00
81	<i>Tribulus cistoides</i>	4.03	0.00
82	<i>Tridax procumbens</i>	6.69	0.00
83	<i>Urochloa maxima</i>	1.68	0.00
84	<i>Viguiera dentata</i>	0.82	0.00
85	<i>Waltheria indica</i>	3.86	6.51

**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 ( $H'= 2.4153$ ), 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	PREDIO
<b>RIQUEZA (S)</b>	<b>83</b>	37
<b>H' CALCULADA</b>	<b>3.58</b>	2.4153
<b>H' MAXIMA=Ln (S)</b>	4.42	3.6109
<b>EQUIDAD (J)=H / H MAX</b>	<b>0.81</b>	0.6689
<b>H MAX-H CAL</b>	0.84	1.1956

**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 0.6689, 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 15 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 7 de las 15 especies registradas dentro de la cuenca.

Es importante mencionar que 8 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.

ESTRATO ARBUSTIVO			
	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	0.00	5.33
2	<i>Bonellia macrocarpa</i>	22.77	0.00
3	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	29.11	14.41
4	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	37.77	25.78
5	<i>Capparis flexuosa</i>	8.25	0.00
6	<i>Cascabela gaumeri</i>	22.42	0.00
7	<i>Chrysobalanus icaco</i>	35.53	0.00
8	<i>Coccoloba uvifera</i>	10.67	0.00
9	<i>Cordia sebestena</i>	20.74	11.11
10	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	10.67	24.40
11	<i>Metopium brownei</i>	8.25	8.82
12	<i>Piscidia piscipula</i>	10.67	0.00
13	<i>Pithecellobium keyense</i>	45.46	112.05
14	<i>Scaevola plumieri</i>	9.26	0.00
15	<i>Sideroxylon americanum</i>	0.00	92.38
16	<i>Suriana maritima</i>	14.93	5.72
17	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	13.51	0.00

**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 ( $H'=1.4823$ ), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 6.4.** Riqueza y diversidad en el predio y cuenca del estrato arbustivo.

ESTRATO ARBUSTIVO	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	<b>15</b>	9
H' CALCULADA	<b>2.46</b>	1.4823
H' MAXIMA=Ln (S)	2.71	2.1972
EQUIDAD (J)=H / H MAX	<b>0.91</b>	0.6746
H MAX-H CAL	0.24	0.7149

**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 0.6746, 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	<b>0</b>
2 <i>Cascabela gaumeri</i>	22.53	<b>0</b>
3 <i>Chrysobalanus icaco</i>	27.88	<b>0</b>
4 <i>Coccoloba uvifera</i>	19.33	<b>0</b>
5 <i>Cocos nucifera</i>	40.28	<b>0</b>
6 <i>Cordia sebestena</i>	18.4	<b>0</b>
7 <i>Metopium brownie</i>	39.59	<b>0</b>
8 <i>Neea psychotrioides</i>	13.05	<b>0</b>
9 <i>Pithecellobium keyense</i>	61.95	<b>0</b>
10 <i>Sabal yapa</i>	26.26	<b>0</b>
11 <i>Suriana maritima</i>	12.32	<b>0</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 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:

**ANFIBIOS.** En el ecosistema de duna costera de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de **H'=1.34**, resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de **H'=0.00**.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equidad de 0.97 mayor que el área objeto de CUSTF que registró un valor de 0.00. Los valores de 0.00 anteriores correspondientes a la diversidad y equidad del predio en donde se pretende llevara a cabo el CUSTF se debe al no registro de especie de algún individuo de especies pertenecientes al grupo de los anfibios. Por lo que, con base en el índice de diversidad obtenido en el cálculo para el grupo faunístico de los anfibios, se determina que el ecosistema de la cuenca fue más diverso que el área a afectar por CUSTF, tal como se puede observar:

**Tabla 6.7.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

ANFIBIOS	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	4	0
H' CALCULADA	<b>1.34</b>	<b>0.00</b>
H' MAXIMA=Ln (S)	1.39	0.00
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.97	0.00

**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'=1.47**.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equidad de 0.94 y levemente mayor que el área objeto de CUSTF que registró un valor de 0.91, 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 6.8.** 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	4
H' CALCULADA	2.60	1.3387
H' MAXIMA=Ln (S)	2.77	1.3863
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.94	0.9656

**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  $H'=3.42$ .

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 0.95, 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 6.9.** 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	18
H' CALCULADA	3.81	2.5845
H' MAXIMA=Ln (S)	4.03	2.8904
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.95	0.8942

**MAMÍFEROS.** En el ecosistema de duna costera de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de  $H'=2.37$ , resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de  $H'=1.09$ .

No obstante a lo anterior, en cuanto a la equidad de se tienen similar valor tanto en la cuenca como en el predio con un  $J=0.95$ . Lo anterior, indica que los individuos de la comunidad faunística de los mamíferos tienen el mismo comportamiento y similar homogeneidad.

Con base en el índice de diversidad obtenido en el cálculo para el grupo faunístico de los mamíferos, se determina que el ecosistema de la cuenca posee una mayor riqueza específica y diversidad que el área a afectar por CUSTF; sin embargo, poseen similar valor de equidad.

**Tabla 6.10.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

MAMÍFEROS	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	12	0
H' CALCULADA	2.37	0
H' MAXIMA=Ln (S)	2.48	0
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.95	0

**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 10.15.** 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:

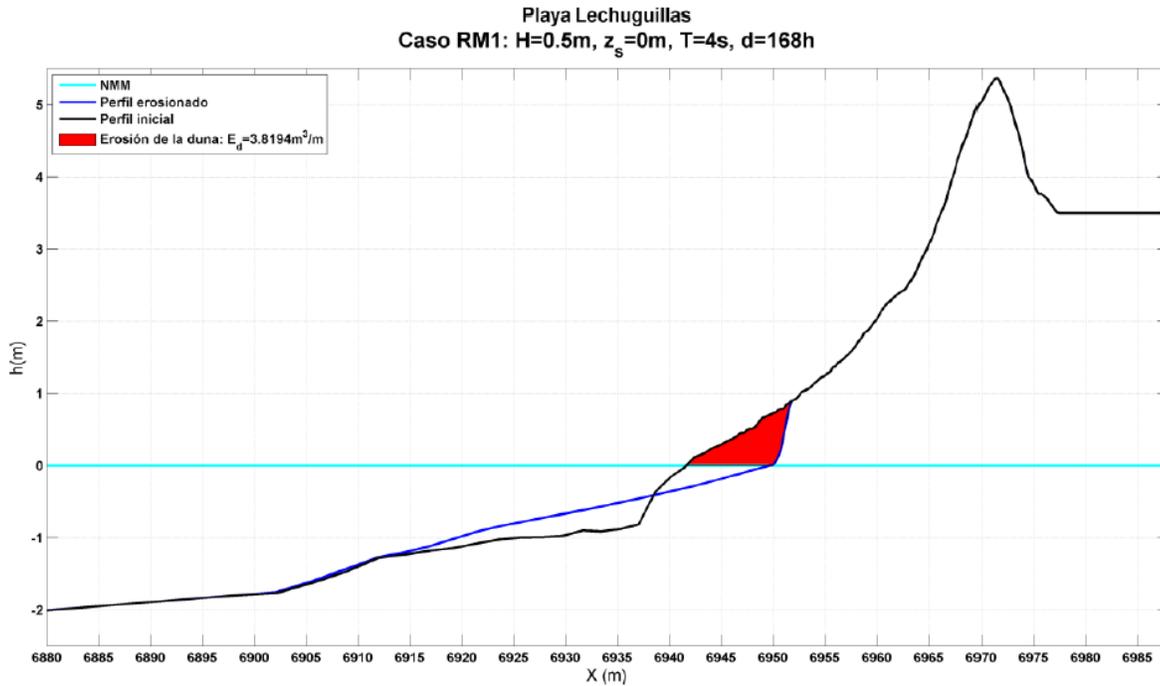


Figura 10.1. Erosión de la duna mediante una condición de régimen medio.

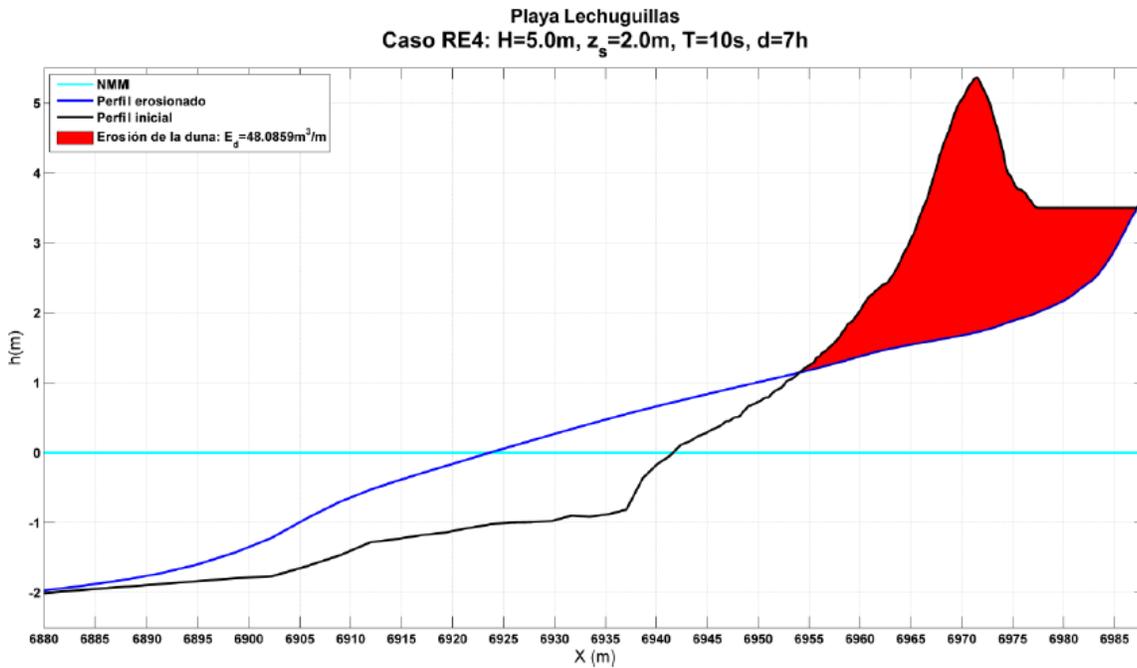


Figura 10.2. Erosión de la duna mediante una condición de régimen extremal.

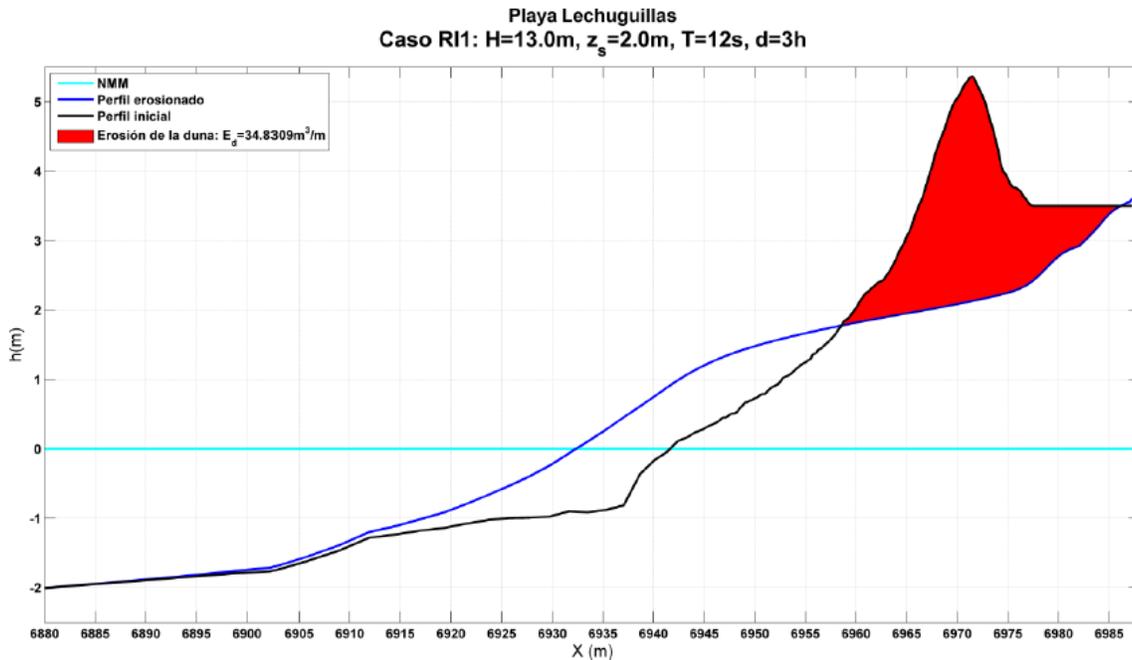


Figura 10.3. Erosión de la duna mediante una condición de régimen insólito.

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

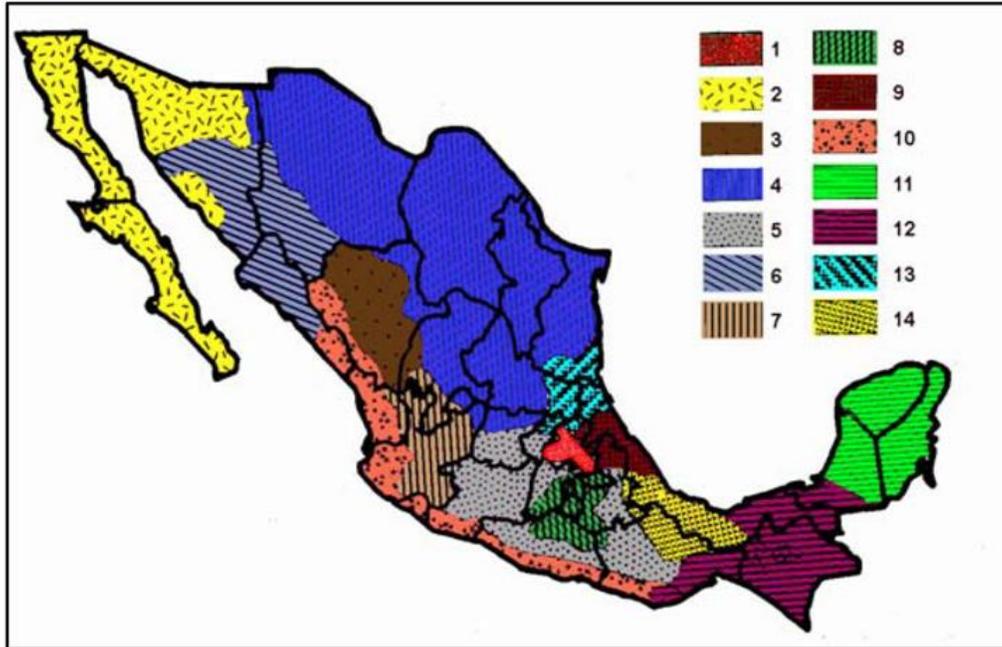
Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería  $\sum EI_{30}$  o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento, se estima por evento como  $E_c = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$  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 10.16**). Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país mostradas en la **Figura 10.4**.

**Tabla 10.16.-** 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 10.4.-** 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

ρ = Precipitación media anual de la región.

De acuerdo a los datos climáticos de la precipitación y temperatura obtenidos en la Estación Meteorológica de Progreso, 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 10.17.** Precipitación máxima, media y mínima histórica en el área de estudio.

PRECIPITACIÓN	MESES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
MÁXIMA (mm)	233.0	93.5	70.3	79.0	132.9	321.7	158.3	206.2	327.1	219.3	254.2	128.6	<b>893.5</b>
MEDIA (mm)	22.4	16.4	8.8	9.0	30.0	73.6	47.4	52.4	86.3	57.1	31.8	23.8	<b>456.0</b>
MÍNIMA (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	5.7	0.0	0.0	0.0	<b>102.6</b>

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 10.18**, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K).

**Tabla 10.18.-** 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:

Hf (m)	Hi (m)	LONGITUD (m)
2	1	270

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 270 m. Con todo lo anterior y aplicando la formula, entonces la pendiente media del terreno es de:

$$S = 2 - 1 / 270$$

$$S = 0.004. \text{ Esto es; } S = 0.4\%$$

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.

$\lambda$  = 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 10.19.-** Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno 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 10.20.-** 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 acabo 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 10.21.** Escenarios de la tasa de erosión en el área de estudio.

ESCENARIOS	PÉRDIDA DE SUELO (t/ha*año)
<b>SITUACIÓN ACTUAL (SIN PROYECTO)</b>	0.0023
<b>SITUACIÓN CON PROYECTO Y SIN PRACTICAS ANTIEROSIVAS</b>	2.3492
<b>SITUACIÓN CON PROYECTO Y PRACTICAS ANTIEROSIVAS</b>	0.0235

Como se puede observar la pérdida de suelo que se tendrá con proyecto y medidas antierosivas (0.0235 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 (0.2727 ha), áreas verdes (0.0166 ha) y la recuperación del suelo en una superficie de 0.1320 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 0.9899 ton/año de suelo (Regosol calcárico) en el predio bajo estudio, tal como se puede observar a continuación:

**Tabla 10.22.** 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/0.0166 ha*año	t/0.1320 ha*año	t/0.4214 ha*año
MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN	2.3492	0.64			
MANTENIMIENTO DE ÁREAS VERDES	2.3492		0.04		
ARROPE Y MANEJO DE SUELO EN ÁREAS QUE LO AMERITEN (MITIGACION)	2.3492			0.31	<b>0.9899</b>

Es decir el proyecto además de que contribuirá a la no pérdida del valor máximo permitido de suelo (10 ton.ha.año) para algunas regiones del país (principalmente en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas; ya que en el área de estudio se tendrá una pérdida máxima de 0.0065 ton.ha.año (únicamente en el área que se afectara por el CUSTF y que representa el 50.52% del total del predio bajo estudio). También contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región en una vasta extensión de terreno y con un volumen de 0.9899 toneladas, tal como se pudo observar en la tabla anterior.

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 ó 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 6.11.** Valores de los parámetros químicos para el municipio de Progreso.

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 Progreso (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 6,342.06 m<sup>2</sup> (0.6342 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 último se mantendrá una superficie de 5,739.40 m<sup>2</sup> (0.5739 ha) que será considerada como de crecimiento a futuro.

***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 9,441.24 m<sup>2</sup> queda inmersa dentro de un área total del predio de 21,522.70 m<sup>2</sup>, por lo que representa únicamente el 43.87% 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 6.12.** 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>(%)</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	21,522.70	6,290.36	0.000083
Área cambio uso del suelo (sin proyecto)	9,441.24	2,759.36	0.000036
<b>Área de cambio de uso de suelo (con proyecto)</b>	<b>9,441.24</b>	606.75	0.000008

Lo anterior representa el comparativo de la pérdida de captación de agua ( $2,759.36 - 606.75 = 2,152.60$  m<sup>3</sup>) por motivo del CUSTF por el proyecto de la Construcción del centro turístico "Playa Pachanga" y que representa el 34.2% respecto a la infiltración potencial percibida en el área total del predio. La pérdida anterior en captación y filtración del agua representa únicamente el 0.000009% y 0.000028% 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 m<sup>3</sup>/año, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 9.13.** Mitigación en la pérdida de filtración de agua en el área del proyecto.

<b>CONDICIÓN</b>	<b>PERDIDA DE INFILTRACIÓN DE AGUA (m3/Año) en 0.278416 ha</b>	<b>REPRESENTATIVIDAD (%)</b>
<b>TOTAL DE INFILTRACIÓN A MITIGAR</b>	2,152.60	100.00
<b>MEDIDA DE MITIGACIÓN</b>	<b>INFILTRACIÓN DE AGUA MITIGADA (m3/Año)</b>	
<b>INFILTRACIÓN CON SELLAMIENTO</b>	606.75	28.19
<b>INFILTRACIÓN MITIGADA CON LA PRESENCIA DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN</b>	1,853.57	86.11
<b>INFILTRACIÓN MITIGADA CON LA PRESENCIA DE ÁREAS PARA CRECIMIENTO A FUTURO</b>	1,677.43	77.93
<b>TOTAL DE MITIGADO</b>	<b>4,137.76</b>	<b>192.22</b>

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 6.13.** 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 0.944124 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 a las vialidades principales del futuro desarrollo inmobiliario se estima en \$ 10,000,000.00 M.N. (Diez millones pesos), en donde se pretenden incluir \$ 1,000,000.00 en las acciones en materia ambiental, el cumplimiento de las medidas de prevención, medidas de mitigación y pago por cambio de uso de suelo. Por otro lado, tomando en cuenta que el monto económico de los recursos biológicos forestales fue **de \$123,159.51** pesos y representa únicamente 1.23% de los invertido.

Este proyecto es de gran importancia; ya que forma parte de las obras de urbanización del futuro desarrollo inmobiliario y que servirán de camino para facilitar el tránsito hacia los diferentes lotes.

Definitivamente, la estrategia en este ramo es de gran impacto en la sociedad ya que su promoción, además de mejorar la calidad de vida de la población, promueve la industria de la construcción, que tiene un alto nivel de encadenamientos con sectores productivos del Estado, por lo que la activación de la construcción generará un incremento en la actividad económica.

***Por tratarse el presente, en una obra turística la cual beneficiara 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

El predio donde se pretende realizar el proyecto se encuentra ubicado dentro del municipio de Mérida, en el estado de Yucatán.

Por lo tanto, las estadísticas se relacionan con el censo del año 2,000, 2005 y 2010 del INEGI, indicadas para el municipio de Mérida.

El proyecto se encuentra ubicado en la localidad de Chuburná Puerto del municipio de Progreso. Dicho municipio cuenta con la población más grande en la zona costera, es cabecera municipal del mismo nombre, se localiza al norte de la Península de Yucatán. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con el Municipio de Mérida, al Este con el Municipio de Motul y al Oeste con el municipio de Hunucmá. Se encuentra comprendido entre el paralelo 21° latitud norte y a los 89° 39´ longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Por lo que los datos sociales que se presentarán hacen referencia a la localidad y municipio de Progreso.

El Municipio de Progreso está conformado por las localidades de Progreso, Chicxulub Puerto, Chelem, Chuburná Puerto y San Ignacio. Cuenta con una extensión de 271 Km2 donde queda incluido el fraccionamiento "Los Flamboyanes" mismo que se encuentra a 10 Km. del puerto de Progreso. Chelem y Chicxulub son pequeñas comunidades costeras, pertenecientes al municipio de Progreso de Castro; la primera se localiza a 10 km de Chuburná puerto, a 15 km de Progreso, y a 46 km de la ciudad de Mérida, capital del Estado; y la segunda, situada a 7 km del mismo municipio y a 43 km de la ciudad de Mérida y al oriente a 29 km de Telchac puerto.

**a) Demografía**

Según el Censo General de Población y Vivienda, efectuado por el INEGI en el 2015, la población total del municipio es de: 59,122 habitantes, representando el 2.8% de la población de la entidad; donde 29,265 son hombres y 29,857 son mujeres.

**b) Vivienda**

Para el municipio de progreso, se tiene que existen, al 2010, un total de 14,470 viviendas habitadas. En estas viviendas, se tiene un promedio de ocupantes de 3.7 personas/vivienda. Del total de las 14,470 viviendas, 13,966 poseen agua de la red pública, 13,966 poseen drenaje. 14,025 poseen excusado o sanitario, 14,206 poseen energía eléctrica, 12,633 poseen refrigerador, 13,885 televisión, 11,324 lavadora y 3,926 computadora.

**c) Servicios Públicos**

Las coberturas de los servicios públicos para el municipio de Progreso, de acuerdo a los datos obtenidos por el Censo de Población y Vivienda 2010 son los siguientes:

Tabla 4.7. Servicios públicos en el municipio de progreso

Servicio	Cobertura (%)
Energía eléctrica	97.73
Agua entubada	94.32
Drenaje	94.76

**d) Vías de Comunicación**

La red carretera, de acuerdo al Anuario Estadístico del Estado de Yucatán, editado por el INEGI, al año 2000 tiene una longitud de 99.0 kms.

### e) Educación

Para el municipio de Progreso, según el INEGI en el 2009, posee 23 escuelas a nivel preescolar, 27 a nivel primaria, 1 a nivel primaria indígena, 14 a nivel secundaria, 1 a nivel profesional técnico, 5 a nivel bachillerato y 1 escuela en formación para el trabajo. La tasa de alfabetización de las personas de 15 a 24 años, según el censo del 2010, es de 99.1.

### f) Salud

El municipio de Progreso, en el 2010, presentaba 39,234 personas derechohabientes a servicios de salud. En todo el municipio se tiene a 73 médicos. Así mismo, se tiene que las familias beneficiadas por el seguro popular, en el 2009, eran 5,798.

### g) Población Económicamente Activa

De acuerdo con cifras al año 2000 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 18,705 personas, de las cuales 18,560 se encuentran ocupadas y se presenta de la siguiente manera:

**Tabla 4.8.** Población económicamente activa

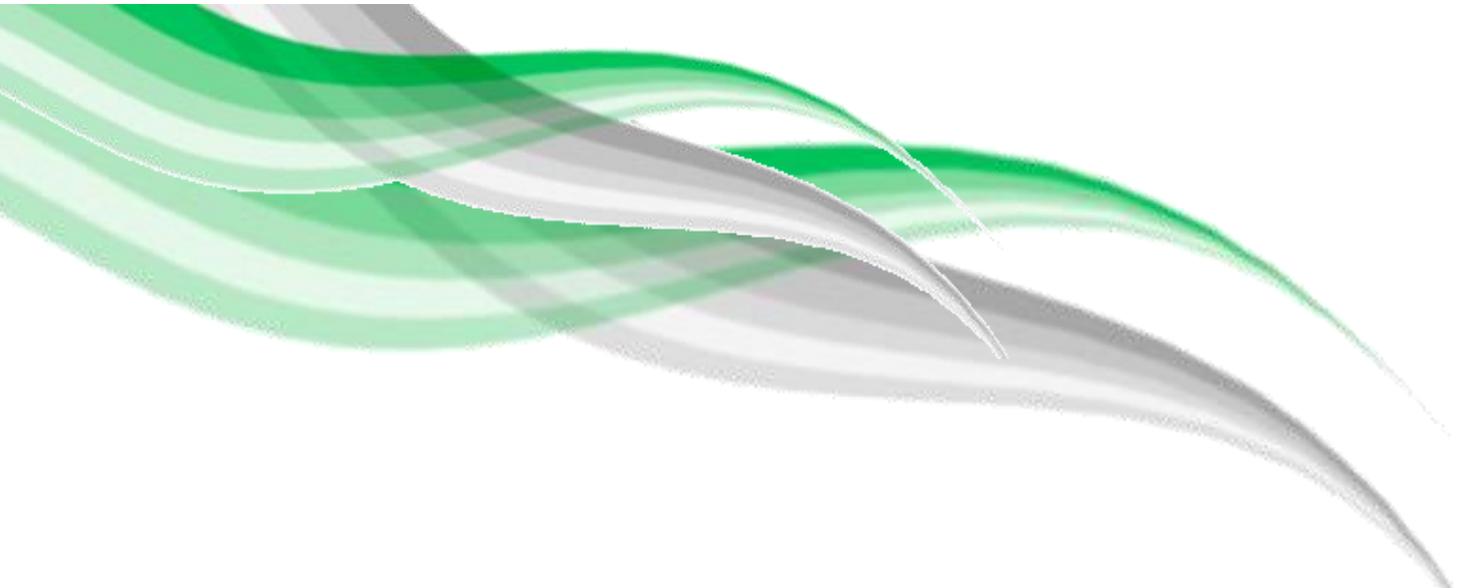
Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	16.24
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	21.69
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	60.43
Otros	1.64

### h) Índice de Pobreza

Para la población del municipio de Progreso se tienen valores registrados del orden de 9.6 %, según datos del INEGI, en la zona urbana y de 25.7 % para las zonas rurales. El índice y grado de marginación proporcionado por la CONAPO, para el municipio del Progreso en el año 2000 fue medio (-1.291) de acuerdo con INEGI 2000.

Debido a que ya se cuenta con toda la infraestructura urbana requerida para el proyecto, no se espera que se requiera del establecimiento, remodelación o instalación de nuevos servicios urbanos en el área. El presente proyecto ofrecerá posibilidades de empleo. El personal encargado de la elaboración y supervisión del proyecto se conforma del personal que labora en las oficinas de la empresa promotora del proyecto, además de una plantilla de trabajadores de preferencia del municipio de Mérida.

***De acuerdo a los datos anteriores y tomando en cuenta la gran oportunidad de empleo que se generará a través de las obras de este proyecto, es factible el mayor impulso del sector secundario (actividades de construcción), por lo que en suma este proyecto detonara la actividad económica a nivel local (municipio de Progreso y sus alrededores), así como el estatal y nacional.***



# CAPITULO

MEDIDAS DE PREVENCIÓN  
Y MITIGACIÓN DE  
IMPACTOS SOBRE LOS  
RECURSOS FORESTALES

# VII



## ÍNDICE

---

VII	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES. ....	1
VII.1	Descripción de las Medidas de Prevención y Mitigación. ....	1
VII.2	IMPACTOS RESIDUALES .....	9
VII.3	INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS	10
VII.4	ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO .....	10

## VII MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.

El diseño coherente y la objetividad de las medidas correctivas o de mitigación para reducir, eliminar o compensar los impactos ambientales negativos, es el objetivo de este capítulo. 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) de Prevención.- aquéllas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- 2) de Mitigación.- aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- 3) de Compensación.- acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitando 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
Prevenición..... <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	
<p>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.</p> <p>La precipitación pluvial se 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.</p> <p>Dado que la infiltración es rápida, la superficie de dichas áreas permitirán la recarga del acuífero en la zona.</p>	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.
<p>El equipo, vehículos y maquinaria utilizados para el proyecto, deberán contar con mantenimiento previo al ingreso al área del proyecto.</p> <p>Se deberán realizar afinaciones y mantenimientos periódicos a las maquinarias.</p>	P	X	X		Facturas de talleres externos. Supervisión en campo. Bitácora de Mantenimiento por vehículo.

<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>	
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.
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.

SUELO					
MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
		P	C	O	
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 desmonte 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 desmonte
P-09	Las actividades de desmonte y despalme se limitarán a las áreas solicitadas en este estudio. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación. Las actividades de desmonte y despalme se llevarán a cabo mediante la aplicación de un procedimiento de desmonte direccionado del arbolado (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio).	P	X	X		Supervisión ambiental.  Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado.  Memoria fotografía.
M-08	La vegetación producto del desmonte se deberá trozar y depositar en otras	M	X	X		Supervisión en campo.

FLORA						
CÓDIGO	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
			P	C	O	
	áreas donde se realicen actividades de reforestación.					Memoria fotográfica del traslado y depósito del 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 o caza de la vegetación y 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-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 en la cual serán mantenidos 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 vegetación y 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.

FAUNA						
CÓDIGO	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO			SEGUIMIENTO
			P	C	O	
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 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)	M	X	X		Supervisión en Campo del Programa de acciones para la protección de la fauna 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 del Centro Turístico "Playa Pachanga" en el sitio implicarán 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 **9,441.24 m<sup>2</sup> (0.944124 ha)**, 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 43.87 % 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 **9,441.24 m<sup>2</sup> (0.944124 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 *Bravaisia berlandieriana* con 6,621 individuos, seguida por *Ambrosia hispida* con 6,358, y *Distichlis spicata* con 3,941 individuos, entre las más importantes.

Así mismo, se identificaron y registraron 38 pertenecientes a 38 géneros y 25 familias. Las familias botánicas mejores representadas son las Poaceae, y Compositae.

#### 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 102,100 individuos de plantas por hectárea, por lo que se propone enriquecer la población que exista en el área a restaurar estableciendo 600 plantas por hectárea 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 7.8.** 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	Juluub	6621	438.921
Acanthaceae	<i>Dicliptera sexangularis</i> (L.) Juss.	K'u wech	18	0.275
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Ch'elem	928	58.193
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb	Azucena de agua	18	3.439
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	88	2.260
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	K'opte	18	0.198
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Tsakan	210	12.954
Cactaceae	<i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose) Orcutt	K'iix pak'am	18	0.138
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Tsakam	18	4.953
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose, ssp. <i>Donkelaarii</i> Salm Dyck) Ralf Bauer	Koj kaan	210	13.620
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Chuchuc ché	175	19.123
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> Crantz	ND	666	43.909
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Paj ts'a	70	2.201
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Riñonina	18	0.825
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Sak chuum	140	4.402
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Chunup	210	37.007
Leguminosae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	Ya'ax k'iin che'	228	11.324
Leguminosae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Frijolillo	105	5.640
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	Ya'ax k'aax	2452	163.130
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Taman ch'up	123	8.805
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Bisil	53	3.990
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Llave & Lex.) G. A. Romero & Carnevali.	Caña de jabalí	140	26.139
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	Túubok	18	0.482

Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera (L.) L.</i>	Ni' che'	18	2.201
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum (Miller) Pennington.</i>	Mulche'	1016	26.657
Surianaceae	<i>Suriana maritima L.</i>	Pats'il	70	3.450
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa (Cav.) B. Ståhl &amp; Källersjö.</i>	Chak sik'iix le'	35	4.402
Verbenaceae	<i>Lantana camara L.</i>	Mo'ol peek	420	23.662

**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.

<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)

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 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.

Para el proyecto que se plantea, se ha definido una densidad de 600 plantas por hectárea, de las especies que se desarrollan en la zona.

**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 por hectárea 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	\$ 100.00	\$ 500.00					\$ 500.00
Pocetas	5	\$ 100.00	\$ 500.00					\$ 500.00
Transporte	3	\$ 100.00	\$ 300.00					\$ 300.00
Plantación	3	\$ 100.00	\$ 300.00					\$ 300.00
Replantación	2	\$ 100.00	\$ 200.00					\$ 200.00
Fertilización	2	\$ 100.00	\$ 200.00					\$ 200.00
Mantenimiento 1	1	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 500.00
Mantenimiento 2	1	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 500.00
<b>SUMAS</b>			<b>\$ 2,200.00</b>	<b>\$ 200.00</b>	<b>\$ 200.00</b>	<b>\$ 200.00</b>	<b>\$ 200.00</b>	<b>\$ 3,000.00</b>

En la tabla anterior se pueden observar los costos anuales por hectárea 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 \$ 3,000.

De acuerdo a lo anterior, por ejemplo si se realizará una reforestación de una superficie similar a la afectada por CUSTF (0.944124 ha) el costo por este concepto será de \$ 374.53.

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>\$ 4,500.00</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, por hectárea que se ejercen el primer año del mismo. Por lo tanto, el costo de los insumos que serán requeridos por ejemplo para 0.944124 hectáreas si este fuera la superficie a restaurar asciende a \$ 397.00.

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 80 kilómetros en el viaje de ida y vuelta. El costo de cada visita se compone de gasolina (10 litros a \$ 11.50 por litro: \$ 115.00, honorarios de un técnico que toma la información (\$ 600.00), otros costos imprevistos (\$ 200.00).

En total, cada viaje de monitoreo que se realice tendrá un costo de \$ 915.00; por lo tanto, el costo de los cinco viajes para monitorear el estado de la reforestación tendrá un costo estimado de \$ 4,575.00.

**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	\$374.53
Insumos mínimos necesarios	\$397.00
Visitas técnicas	\$4,575.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$5,346.53</b>

Considerando lo anterior, el costo de establecimiento, mantenimiento y monitoreo de la población de especies durante 5 años para las 0.124844 ha de reforestación, por ejemplo sería de \$5,346.53.

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



## ÍNDICE

---

VIII	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	1
VIII.1	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO .....	1
VIII.2	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO .....	2
VIII.3	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	2
VIII.4	PRONOSTICO AMBIENTAL.....	4
VIII.5	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL .....	5
VIII.6	SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	6

## 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 57 géneros y 62 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 37 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Bravaisia berlandieriana* (64.21%), *Ambrosia hispida* (39.44%) y *Pithecellobium keyense* (25.10%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato herbáceo se tuvo un valor de 3.2819 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra cercana a la máxima recuperación de acuerdo al índice de equidad  $J=0.8347$ .

En el **estrato arbustivo** se registró una riqueza específica de 24 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Pithecellobium keyense* (112.05%), *Sideroxylon americanum* (92.38%) y *Caesalpinia vesicaria* (25.78%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato arbustivo se tuvo un valor de 1.4823 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra en recuperación de acuerdo al índice de equidad  $J=0.6746$ .

Por último, en el **estrato arbóreo** NO se registró especies en este estrato.

Dentro del área del predio se observaron se observó una especie catalogada en la NOM-059-SEMARMAT-2010. Así mismo se registraron cuatro especies endémicas de la región Península de Yucatán.

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 22 especies pertenecientes a 14 familias de vertebrados. En cuanto a importancia y representatividad por grupos faunísticos se tiene que las aves son las más importantes con 18 especies registradas, seguido de reptiles con 4 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 cuatro especies con abundancia de 19 individuos. El índice de Shannon-Wiener y Equidad de Pielou indican un valor de 1.3387 y 0.9656 respectivamente. Lo anterior indica que la población de reptiles se encuentra en recuperación dentro del ecosistema bajo estudio.

Para el caso de las **Aves** fueron registradas una riqueza específica de 18 especies con abundancia de 87 individuos. El índice de Shannon-Wiener y Equidad de Pielou indica un valor de 2.5845 y 0.8942. Lo anterior indica que la población de aves se encuentra cercana a alcanzar el estado climax de la población dentro del ecosistema bajo estudio.

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 9,441.24 m<sup>2</sup> (0.944124 ha), representa el 37.56% 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 6,342.06 m<sup>2</sup> (0.634206 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 (29.47% 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.

De igual forma cabe mencionar que se cuenta con un área de crecimiento a futuro con una superficie de 5,739.40 m<sup>2</sup> (0.573940 ha), los cuales por el momento no serán utilizados, por lo que podrán seguir prestando servicios ambientales de importancia para 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 del Centro Turístico "Playa Pachanga", 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 entre las UGAS **PRO03-BAR** con política **C3**, entre las actividades y usos del suelo actuales y 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 pretendido (Construcción del Centro Turístico "Playa Pachanga") pretende prestar servicios de turismo alternativo donde se contara con áreas de descanso y recreo, 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 9,441.24 m<sup>2</sup> (0.944124 ha), que representa el 37.56% 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 \$ 20,000.00 (veinte 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 \$ 20,000.00 (veinte 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 \$ 5,000.00 (cinco 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 20,000.00 (veinte mil pesos 00/100 M.N.).

### PROGRAMAS APLICABLES AL PROYECTO:

**Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF.** La especie a afectar catalogada bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que se encuentra presente en las áreas de desplante de este proyecto es: Chit (*Thrinax radiata*). 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 \$ 40,000.00 pesos (cuarenta 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 \$15,000.00 pesos (quince mil pesos 00/100 M.N.).

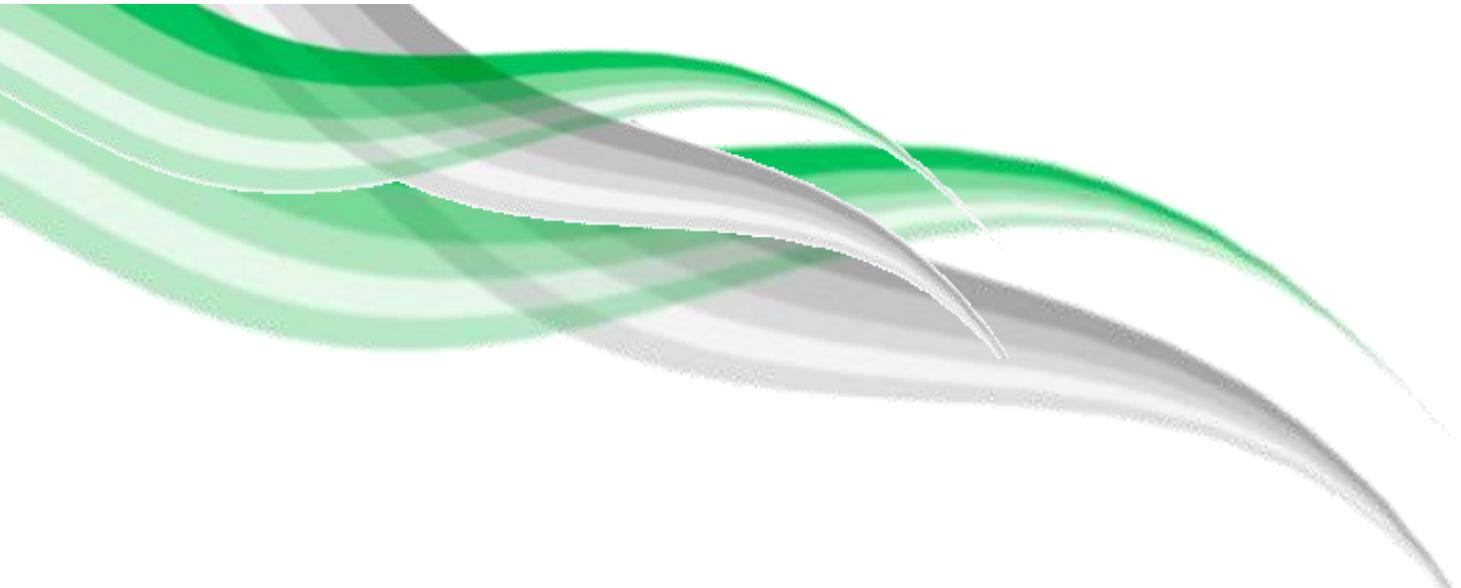
**Tabla 7.7.** Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.

CONCEPTO	IMPORTE
Costo del manejo de los residuos sólidos urbanos	\$ 20,000.00 (veinte mil pesos 00/100 M.N.)
Costo del manejo de los residuos peligrosos	\$ 20,000.00 (veinte mil pesos 00/100 M.N.)
Costo de las actividades del desmonte direccionado del arbolado	\$ 5,000.00 (cinco mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de supervisión ambiental	\$ 20,000.00 (veinte mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por CUSTF	\$40,000.00 (cuarenta mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de acción para la protección de la fauna silvestre	\$ 15,000.00 pesos (quince mil pesos 00/100 M.N.).
<b>COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>\$ 120,000.00 (ciento veinte 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

IDENTIFICACIÓN DE LOS  
INSTRUMENTOS  
METODOLÓGICOS Y  
ELEMENTOS TÉCNICOS  
QUE SUSTENTAN LA  
INFORMACIÓN SEÑALADA  
EN LAS FRACCIONES  
ANTERIORES.

# IX



## ÍNDICE

---

IX IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	1
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 del centro turístico "Playa Pachanga".
- 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 del centro turístico "Playa Pachanga".

### 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.