

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO	2
I.1 Datos generales del proyecto	2
I.1.1 Nombre del Proyecto	2
I.1.2 Ubicación del proyecto	2
I.1.3 Duración del proyecto	2
I.2 Datos generales del promovente	3
I.2.1 Nombre o razón social	3
I.2.2 Registro federal de contribuyentes	3
I.2.3 Datos del representante legal	3
I.2.4 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones	3
I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado	3
I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental	3
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	3
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	4

FIGURAS

Figura I. 1 Ubicación del proyecto	2
------------------------------------	---

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 de la Avenida Tulum

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el poblado de Tulum, en el municipio de del mismo nombre. Teniendo como origen el km 1.2 de la Avenida Coba y finaliza en la Carretera Federal 307 a la altura del km 230.8



Figura I. 1 Ubicación del proyecto.

I.1.3 Duración del proyecto

La obra en general del proyecto está contemplada a realizarse en dos etapas de trabajo y con una duración de 12 meses (1 año) a partir de la autorización del proyecto hasta concluirse totalmente (Ver **Capítulo II** de este estudio técnico). Sin embargo, el plazo solicitado para la ejecución del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales es de seis meses a partir de la autorización del proyecto.

1.2 Datos generales del promovente

1.2.1 Nombre o razón social

La promovente del proyecto es el Instituto del Patrimonio Inmobiliario de la Administración Pública del Estado de Quintana Roo (IPAE), la cual su creación fue decretada y publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 30 de Mayo de 2005 (Ver **Anexo 3** de este estudio).

1.2.2 Registro federal de contribuyentes

IPA050503LZ6

1.2.3 Datos del representante legal

Representante: Claudia Romanillos Villanueva-Directora General (Ver nombramiento del representante legal en el **Anexo 3** de este estudio).

1.2.4 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones

Calle Boulevard Bahía Núm. 236. Fraccionamiento Bahía Chetumal. CP. 77079. Chetumal, Othon P. Blanco, Quintana Roo, México. Tels. 01 (983) 1291737, 1291738 y 1291739. Ext. 202. Fax. (983) 1291741. Correo email: [REDACTED]

1.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

1.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental SCP (SICA, SCP). Ver copia de su Registro Nacional Forestal en el **Anexo 4** de este estudio.

Ing. Fernando Patiño Valera (Ver copia de su Registro Nacional Forestal en el **Anexo 4** de este estudio). Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental S. C. P.

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

SICA SCP: SIC0706066UA

Ing. Fernando Patiño Valera: [REDACTED]

I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento

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 de IFE.

El apoyo en los trabajos de campo estuvieron a cargo del personal capacitado de la empresa Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental, SCP con:

Biol. Julio César Canto Martin, cuya cédula profesional se presenta también en el **Anexo 4** de este estudio.

Ing. Domingo Arias Estrella, cuya cédula profesional se presenta también en el **Anexo 4**.

Biol. José Armando Collí Mukul, cuya cédula profesional se presenta también en el **Anexo 4**.

Biol. Gabriela Vergara Sánchez, cuya cédula profesional se presenta también en el **Anexo 4**.

La empresa Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental SCP (SICA, SCP) también se encuentra plenamente inscrita en el Registro Forestal Nacional integrada en el Libro Yuc, tipo VI, Volumen 2, Número 4, Año 13 como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Moral.

- 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.

Ver la Carta Responsiva de los autores del estudio realizado y plasmado en el presente DTU en el Apartado IX.3 del **Capítulo IX**.

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
II.1. Información general del proyecto	3
II.1.1. Naturaleza del Proyecto	4
II.1.2. Objeto del proyecto	5
II.1.3. Ubicación física	5
II.1.4. Inversión requerida	7
II.2. Características particulares del proyecto	8
II.2.1. Programa de trabajo	8
II.2.2. Representación gráfica regional	9
II.2.3. Representación gráfica local	9
II.2.4. Preparación y construcción	13
II.2.5. Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo	17
II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo	28
II.2.7. Operación y mantenimiento	40
II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	40
II.2.9. Residuos	40
II.2.10. Emisiones y descargas	42

TABLAS

Tabla II. 1 Coordenadas del predio (UTM, datum WGS 84, zona 16 Q)	5
Tabla II. 2 Inversión aproximada del proyecto	8
Tabla II. 3 Programa general de trabajo del proyecto.	8
Tabla II. 4 Programa general para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales	8
Tabla II. 5 Vocaciones del predio bajo estudio.	10
Tabla II. 6 Coordenadas delimitantes del polígono que se solicita para el CUSTF en el predio bajo estudio.	11
Tabla II. 7 Los materiales de base hidráulica deberán satisfacer los requisitos que se indican en las normas N.CMT.4-02-002/11. y los que se describen a continuación.	15
Tabla II. 8 Propiedad de las emulsiones	15
Tabla II. 9 Emulsiones de rompimiento.	16
Tabla II. 10 Pruebas en el asfalto	17
Tabla II. 11 Etapas de construcción de las obras pretendidas por el proyecto.	17
Tabla II. 12 Coordenadas UTM Zona 16Q que muestra la ubicación de los sitios centrales de muestreo trazados en el predio bajo estudio.	18
Tabla II. 13 Familias, especies identificadas y número de individuos por hectárea en los polígonos forestales del conjunto de predios bajo estudio.	20
Tabla II. 14 Área basal y volumen total árbol por hectárea para las especies encontradas en el predio bajo estudio.	22
Tabla II. 15 Valores del número de árboles, área basal y volumen total por especie para la superficie considerada como forestal (7.858994 ha) en el predio bajo estudio.	23
Tabla II. 16 Valores de número de árboles, área basal y volumen total para las especies del grupo tecnológico blandas tropicales para la superficie considerada como forestal (7.858994) del predio bajo estudio.	25
Tabla II. 17 Valores de número de árboles, área basal y volumen total para las especies del grupo tecnológico duras tropicales para la superficie considerada como forestal (7.858994 ha) del predio bajo estudio.	25

Tabla II. 18 Distribución de productos por especie para el área sujeta a CUSTF (7.858994 ha) en el predio bajo estudio.27

Tabla II. 19 Número de árboles por rango de diámetro, área basal, y volumen total árbol en el área considerada como forestal dentro del conjunto de predios bajo estudio.28

Tabla II. 20 Valores del número de árboles, área basal y volumen total por especie para el área que se solicita para el CUSTF (7.858994 ha) en el predio bajo estudio.29

Tabla II. 21 Distribución de productos por especie para el área sujeta a CUSTF (7.858994 ha) en el predio bajo estudio.31

Tabla II. 22 Distribución de productos para las especies duras tropicales en el área definida como forestal (7.858994 ha) dentro del predio bajo estudio.32

Tabla II. 23 Distribución de productos para las especies blandas tropicales en el área definida como forestal (7.858994 ha) dentro del predio bajo estudio.33

Tabla II. 24 Resumen de productos maderables posibles de obtener y valores estimados.34

Tabla II. 25 Estimación económica de la fauna silvestre observada en el predio del proyecto.35

Tabla II. 26 Resumen de productos posibles de obtener y valores estimados de los recursos biológicos-forestales del área para CUSTF.40

FIGURAS

Figura II. 1 Ubicación del proyecto.7

Figura II. 2 Ubicación del predio en la Subcuenca Rh32 Aa Quintana Roo.9

Figura II. 3 Delimitación con los polígonos sujetos a Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).11

Figura II. 4 Distribución de los sitios de Inventario forestal (cuadrantes) dentro del área de CUSTF.19

Figura II. 5 Número de individuos por clase diamétrica para el área que se solicita para CUSTF en el predio bajo estudio.28

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

En Quintana Roo, presente en el siglo XXI y comprometido con México y con las generaciones del futuro, los quintanarroenses trabajan con dos principios fundamentales: el bienestar y el desarrollo del Estado. Las normas de solidaridad, concertación, capacitación, productividad, participación, preservación y conservación de los recursos naturales, así como el fortalecimiento municipal, la corresponsabilidad, el diálogo y la pluralidad, son y serán las bases políticas, económicas sociales y culturales del Estado. Por ello, se ha venido trabajando cada día para seguir construyendo una Entidad con infraestructura urbana y rural, obras de beneficio social, servicios, centros de diversión y esparcimiento, centros turísticos y educativos.

El Estado de Quintana Roo es una tierra de gran diversidad de bellezas naturales, se sitúa en el sureste de la República Mexicana en la parte oriental de la Península de Yucatán, es un Estado políticamente joven con raíces históricas desde los tiempos de los mayas y decretado como Entidad Federativa el 8 de octubre de 1974. A raíz de su crecimiento, Quintana Roo se ha ido forjando en todos los ámbitos con el objeto de lograr un desarrollo sostenible, social y político.

Ambientalmente, Quintana Roo tiene un gran potencial por sus recursos y paisajes, tanto en la zona costera como en las selvas, que también le otorgan riqueza forestal. Sus antecedentes históricos, atesorados en monumentos y ruinas, son manifestaciones de la presencia y tecnología que caracterizó a los mayas.

El presente Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B Particular para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) se deriva de la pretensión de construir una avenida que conecte la carretera a Boca Paila con la Carretera Federal a Cancún en el Municipio de Tulum con recursos estatales, a través del Instituto del Patrimonio Inmobiliario de la Administración Pública del Gobierno del Estado de Quintana Roo (IPAE). La superficie con que cuenta el trazo del proyecto es, según los planos de construcción, de 7.858994 hectáreas.

El principal criterio de selección del sitio fue la circunstancia que el proyecto pertenece a la estructura vial del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 y el mayor objetivo de la realización del proyecto es la agilización del transporte dentro del municipio de Tulum. El fortalecimiento de la infraestructura, para este caso, en cuanto al sistema integral del transporte y la comunicación, y por ende de la modernización de las vías de comunicación está contemplado dentro del Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016.

El predio, propiedad del Gobierno del Estado de Quintana Roo a través del IPAE, se ubica en un área que se caracteriza por tener una vegetación homogénea, denominada selva mediana subperennifolia, misma que se encuentra alterada, principalmente por intemperismos severos que

han afectado en la parte centro-norte del Estado. Cercano al trazo del sitio existen predios destinados a diferentes usos.

Al Sur: se observa la colindancia con el Parque Nacional Tulúm

Al Norte: Colinda con la Carretera Federal 307

Al Oeste: Colinda con el polígono 3 propiedad de la IPAE, así como con lotes utilizados para el comercio.

Al Este: Colinda con un complejo turístico, con la propiedad particular "Tulúm Mágico", así como predios de diferentes usos

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

El proyecto consiste en la construcción de una avenida de carácter municipal, la cual requiere, de acuerdo al reglamento municipal, 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.

La avenida en general consistirá en la construcción de vialidades en ambos sentidos, un camellón central, ciclovía, banqueteta y guarniciones.

La avenida consta de 5,162.61 m² de ciclovía, 10,410.16m² de banquetetas, 17,005.74m² de camellones y 46,011.43m² de vialidad.

La ubicación del predio para el proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP), Región Terrestre Prioritaria (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), ni Corredores Biológicos (CB). No obstante, si se encuentra dentro de una Región Marina Prioritaria (RMP), Cenotes Tulum Cobá (107). El sitio del proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 105. Corredor Cancún – Tulum; sin embargo, dentro del predio no se registraron cuerpos de aguas superficial que conecte con las bondades motivo de la declaración de la RHP 105: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales. Por otro lado, el área bajo estudio se encuentra dentro de la poligonal del Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS). También es importante mencionar que el proyecto se encuentran contempladas dentro de los planes rectores de desarrollo estatal (Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2011-2016) y municipal (Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad 2013-2016).

Como se puede observar el área del proyecto actualmente posee un uso como de predio rústico con cubierta de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con vocación forestal debido principalmente por la presencia de algunos elementos arbóreos con medidas diamétricas importantes cuya sumatoria dan valores de área basal mayor a 4m²/ha suficientes para considerar al predio poseedor de una vocación forestal. Sin embargo, dado a la naturaleza del presente proyecto en el futuro presente tendrá un uso como vialidad dentro del

crecimiento urbano de Tulum en el estado de Quintana Roo. También es importante mencionar que el proyecto sellará una superficie de 7.858994 ha.

II.1.2. Objeto del proyecto

Las vías de comunicación, en este caso corresponde a una avenida son de importancia fundamental para el desarrollo económico del país. Mediante ellos es posible trasladar todo tipo de mercancías, pertenencias, materias primas y productos elaborados, así como el traslado de personas. Para lograrlo se requieren vías de comunicación y vehículos que transiten por éstas, como carreteras para automóviles y camiones; aeropuertos donde despeguen y aterricen naves aéreas, vías para el ferrocarril, y puertos fluviales y marítimos para buques, barcos y otro tipo de embarcaciones.

Nuestro país cuenta con una extensa red de carreteras, a la que se integran cada vez más modernas autopistas, y se mejoran las existentes, contándose para tal propósito con el apoyo de la iniciativa privada para acelerar la construcción y renovación de las mismas.

Se encuentran en funcionamiento 47 504 kilómetros de carreteras principales, 61 108 de secundarias y 130 623 de caminos vecinales y rurales. El total de vehículos motorizados que transitan por el país es de 12 millones.

Las vías de comunicación, desde el punto de vista económico, constituyen una de las formas del capital. Tienen grande importancia, porque extienden el cambio, activan la circulación e influyen por lo tanto de un modo muy eficaz en la producción y el consumo de la riqueza.

II.1.3. Ubicación física

El área del proyecto se localiza en la carretera a Boca Paila cruzando con la Carretera Federal a Cancún en el Municipio de Tulum, dentro de la Región 011, Supermanzana 000, Manzana 001, Lote 001-7 (Vialidad en proyecto).

Tabla II. 1 Coordenadas del predio (UTM, datum WGS 84, zona 16 Q)

COORDENADAS DEL POLÍGONO CUSTF					
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	453642.9276	2235555.6470	54	453057.1050	2234086.9490
2	453643.0146	2235554.7854	55	453043.0198	2234128.6498
3	453643.5646	2235552.6990	56	453043.4014	2234128.7255
4	453653.7096	2235523.6789	57	453044.3548	2234129.0910
5	453665.7537	2235489.2257	58	453045.2325	2234129.6130
6	453710.1706	2235348.3206	59	453046.0090	2234130.2762

7	453729.7147	2235286.3204	60	453139.0131	2234224.5390
8	453735.1357	2235269.1232	61	453486.2086	2234576.4329
9	453742.2191	2235246.6522	62	453708.6888	2234801.0073
10	453749.8889	2235230.3018	63	453720.1605	2234812.5870
11	453767.6902	2235200.5158	64	453727.4523	2234819.9474
12	453791.6642	2235165.9258	65	453816.9752	2234910.3130
13	453800.9460	2235152.5338	66	453835.3704	2234928.8814
14	453838.5159	2235108.0190	67	453883.1338	2234977.0944
15	453849.3133	2235098.8735	68	453886.5468	2234981.0305
16	453876.8454	2235072.7912	69	453889.4087	2234985.3838
17	453879.1750	2235070.5842	70	453891.6692	2234990.0776
18	453902.1230	2235048.8447	71	453893.2884	2234995.0293
19	453906.2359	2235045.4640	72	453894.2379	2235000.1517
20	453910.7826	2235042.6939	73	453894.5010	2235005.3548
21	453915.6729	2235040.5891	74	453894.0730	2235010.5469
22	453920.8101	2235039.1912	75	453892.9615	2235015.6367
23	453926.0927	2235038.5279	76	453891.1861	2235020.5345
24	453931.4161	2235038.6123	77	453888.7779	2235025.1543
25	453936.6750	2235039.4428	78	453885.7794	2235029.4146
26	453941.7653	2235041.0029	79	453882.2433	2235033.2405
27	453946.5864	2235043.2618	80	453861.6129	2235052.7845
28	453951.0429	2235046.1747	81	453859.6520	2235054.6422
29	453955.0466	2235049.6841	82	453832.6247	2235080.2463
30	453962.0520	2235056.7554	83	453820.7608	2235090.2951
31	453981.1230	2235076.0060	84	453781.0751	2235137.3167
32	454079.6067	2235175.4167	85	453746.6629	2235186.9673
33	454204.9958	2235301.9861	86	453727.7871	2235218.5512
34	454215.4152	2235312.5036	87	453718.8772	2235237.5452
35	454241.7004	2235286.4635	88	453686.3272	2235340.8045
36	454092.0106	2235135.3646	89	453675.1043	2235376.4073
37	454007.4083	2235049.9659	90	453642.0266	2235481.3408
38	453988.3372	2235030.7153	91	453633.7722	2235504.9530
39	453955.8575	2234997.9298	92	453621.1718	2235540.9973
40	453861.6556	2234902.8413	93	453619.9730	2235544.4266
41	453843.2604	2234884.2729	94	453619.9651	2235544.4490
42	453753.7902	2234793.9605	95	453618.9765	2235546.6318
43	453746.4457	2234786.5469	96	453617.6240	2235548.6097
44	453734.9740	2234774.9672	97	453615.9487	2235550.3229
45	453512.5203	2234550.4195	98	453614.0014	2235551.7191
46	453224.3820	2234258.3819	99	453611.8412	2235552.7561
47	453180.4398	2234213.8451	100	453609.5339	2235553.4024

48	453105.0324	2234137.4172	101	453607.1494	2235553.6382
49	453062.9681	2234094.7837	102	453604.7601	2235553.4566
50	453062.5423	2234094.3522	103	453602.4387	2235552.8629
51	453060.0133	2234091.3502	104	453602.1939	2235553.5601
52	453057.9854	2234087.9893	105	453639.3250	2235566.2680
53	453057.8819	2234087.7345	1	453642.9276	2235555.6470
SUPERFICIE 78,589.94 m²					

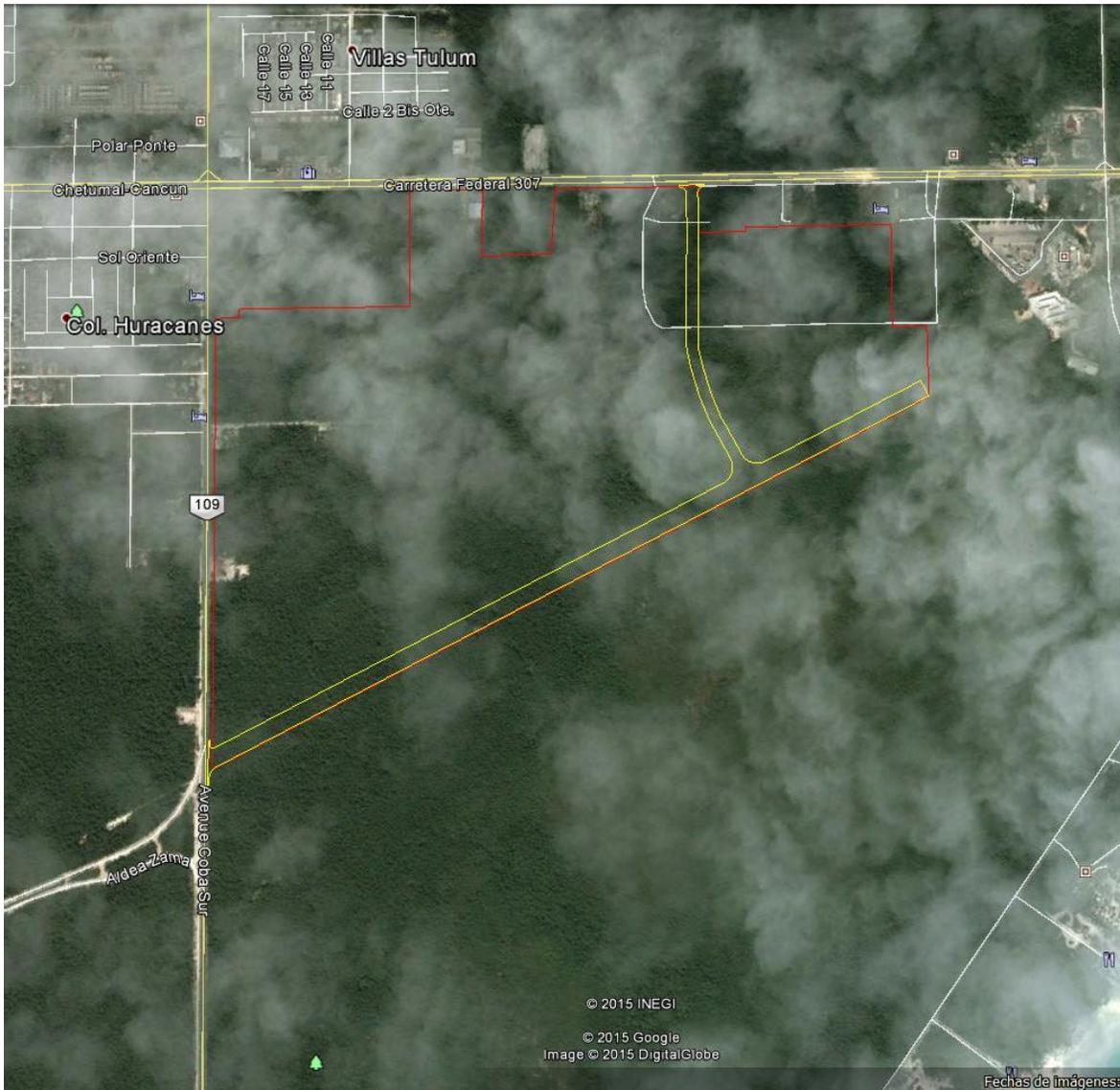


Figura II. 1 Ubicación del proyecto.

II.1.4. Inversión requerida

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

Tabla II. 2 Inversión aproximada del proyecto

ACTIVIDAD	MONTO (\$)
Monto Total del Proyecto	169,075,000.00
Protección Ambiental	1,100,000.00
Total	170,075,000.00

Como se puede observar el costo total aproximado para el proyecto será de 170,075,000.00 pesos.

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Programa de trabajo

El proyecto general está contemplado a realizarse en dos etapas de trabajo y con una duración de 18 meses hasta completarse. En la siguiente tabla se presenta el programa general calendarizado de las actividades del proyecto.

Tabla II. 3 Programa general de trabajo del proyecto.

COMPONENTE	MESES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PRIMERA ETAPA																		
Trazo	■																	
Rscate de flora y fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
Desmonte	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
Despalme			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
SEGUNDA ETAPA																		
Nivelación											■	■	■	■	■			
Compactación														■	■	■	■	
Pavimentado, guarniciones y camellones																	■	■

De manera general el proyecto en su totalidad se llevara a cabo en dos años una vez autorizada; sin embargo, de manera particular el CUSTF se llevará a cabo en dos etapas de 6 meses cada una (total de 12 meses), tal como se puede observar.

Tabla II. 4 Programa general para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales.

ETAPAS	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Primera													
segunda													

II.2.2. Representación gráfica regional

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

A continuación se presenta la ubicación del predio bajo estudio dentro de la subcuenca hidrológica forestal denominada RH32 Aa Quintana Roo:

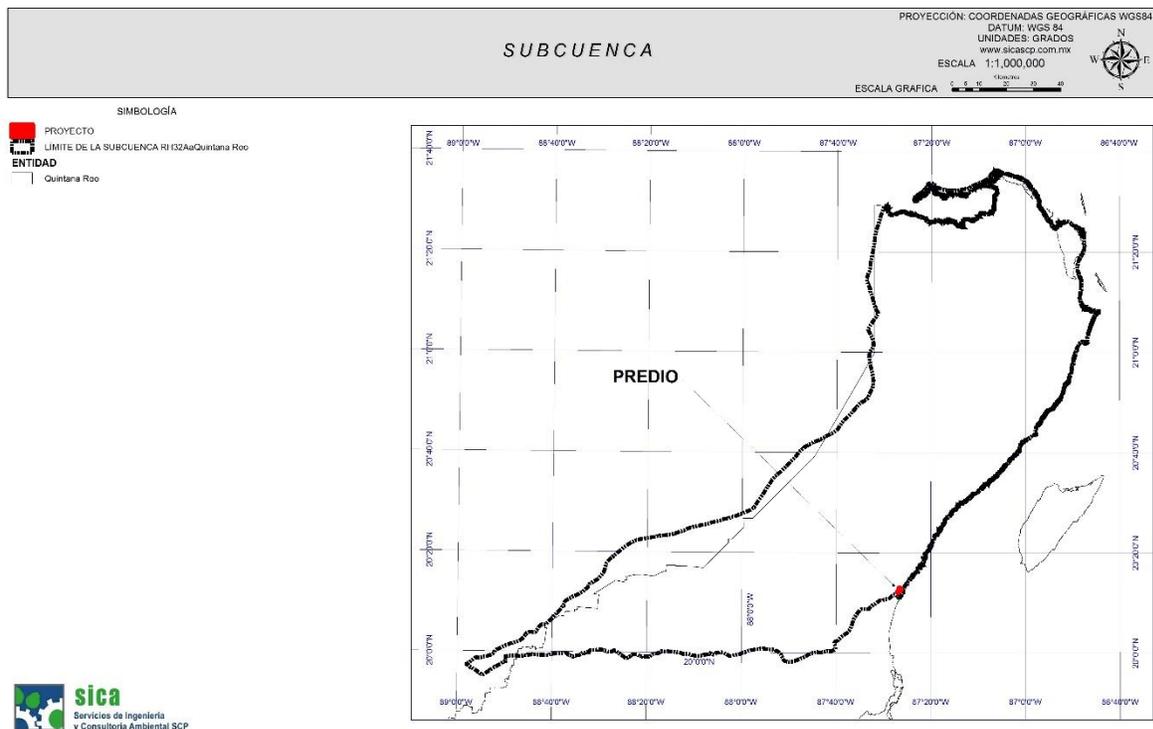


Figura II. 2 Ubicación del predio en la Subcuenca Rh32 Aa Quintana Roo.

II.2.3. Representación gráfica local

El área del proyecto se localiza en la carretera a Boca Paila cruzando con la Carretera Federal a Cancún en el Municipio de Tulum, dentro del municipio de Tulum, Quintana Roo.

Como se ha mencionado anteriormente, el predio bajo estudio es el dentro de la Región 011, Supermanzana 000, Manzana 001, Lote 001-7 (Vialidad en proyecto) con una superficie de 9.394957 ha y ubicada en el Municipio de Tulum, Quintana Roo.

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

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, cuyas áreas se pueden observar a continuación:

Tabla II. 5 Vocaciones del predio bajo estudio.

	VOCACIÓN DEL TERRENO	ÁREA (ha)	REPRESENTATIVIDAD (%)
Región 011, Supermanzana 000, Manzana 001, Lote 001-7 (Vialidad en proyecto)	Forestal	9.394957	100.0
Área sujeto a CUSTF	Forestal	7.858994	84.00

Como se observa el predio presenta mayor superficie que el área del proyecto

Para el caso particular de las áreas a afectar con vocación forestal por el proyecto fueron proyectadas como Polígonos sujetos a CUSTF utilizando el Programa ArcMap Versión 10.2 (2013), tal como se puede observar a continuación:

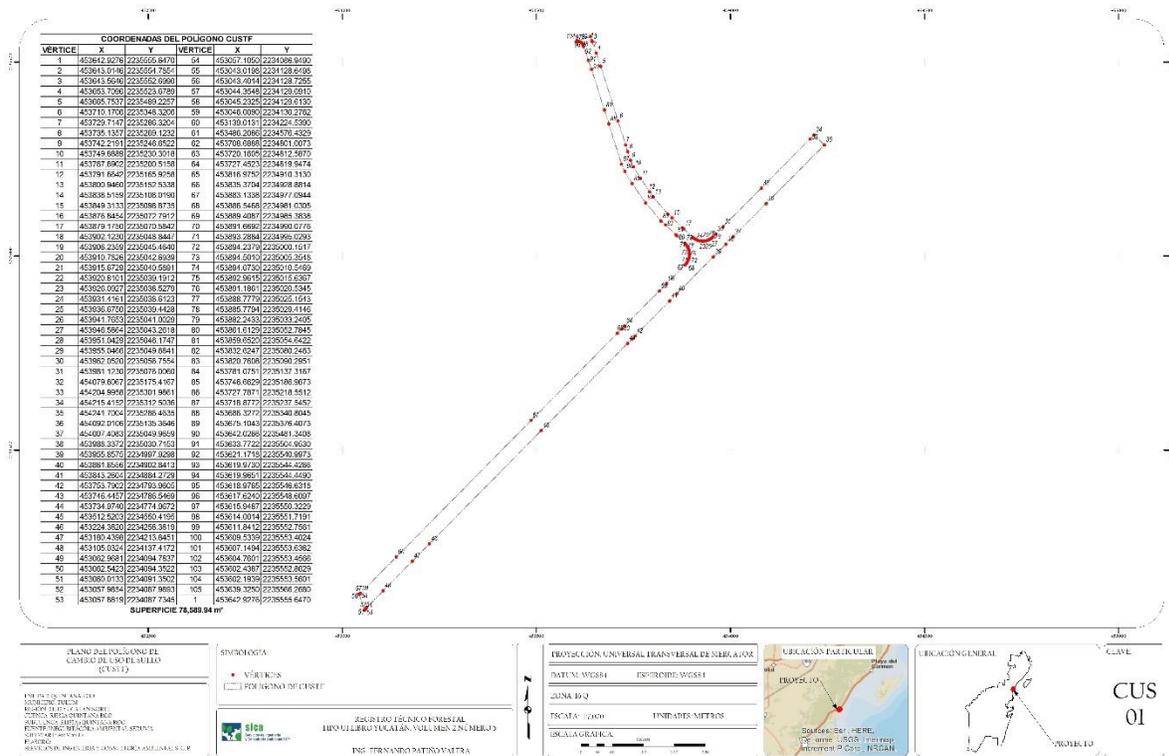


Figura II. 3 Delimitación con los polígonos sujetos a Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Para mayores detalles revisar el Plano del polígono que se solicita para el CUSTF en el **Anexo 2** de este estudio.

Dado que el polígono a ocupar por el proyecto presentan terrenos con vocación forestal (Pol. CUSTF) con una superficie de **7.858994 ha**; por dicha razón se realiza el presente Documento Técnico Unificado para solicitar el Cambio de Uso del Suelo de dichos polígonos.

A continuación se presenta las coordenadas delimitantes del polígono en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF; mismo que se puede verificar en el Plano CUS 01 del **Anexo 2** de este estudio técnico.

Tabla II. 6 Coordenadas delimitantes del polígono que se solicita para el CUSTF en el predio bajo estudio.

COORDENADAS DEL POLÍGONO CUSTF					
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	453642.9276	223555.6470	54	453057.1050	2234086.9490
2	453643.0146	223554.7854	55	453043.0198	2234128.6498
3	453643.5646	223552.6990	56	453043.4014	2234128.7255
4	453653.7096	2235523.6789	57	453044.3548	2234129.0910
5	453665.7537	2235489.2257	58	453045.2325	2234129.6130
6	453710.1706	2235348.3206	59	453046.0090	2234130.2762
7	453729.7147	2235286.3204	60	453139.0131	2234224.5390

COORDENADAS DEL POLÍGONO CUSTF					
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
8	453735.1357	2235269.1232	61	453486.2086	2234576.4329
9	453742.2191	2235246.6522	62	453708.6888	2234801.0073
10	453749.8889	2235230.3018	63	453720.1605	2234812.5870
11	453767.6902	2235200.5158	64	453727.4523	2234819.9474
12	453791.6642	2235165.9258	65	453816.9752	2234910.3130
13	453800.9460	2235152.5338	66	453835.3704	2234928.8814
14	453838.5159	2235108.0190	67	453883.1338	2234977.0944
15	453849.3133	2235098.8735	68	453886.5468	2234981.0305
16	453876.8454	2235072.7912	69	453889.4087	2234985.3838
17	453879.1750	2235070.5842	70	453891.6692	2234990.0776
18	453902.1230	2235048.8447	71	453893.2884	2234995.0293
19	453906.2359	2235045.4640	72	453894.2379	2235000.1517
20	453910.7826	2235042.6939	73	453894.5010	2235005.3548
21	453915.6729	2235040.5891	74	453894.0730	2235010.5469
22	453920.8101	2235039.1912	75	453892.9615	2235015.6367
23	453926.0927	2235038.5279	76	453891.1861	2235020.5345
24	453931.4161	2235038.6123	77	453888.7779	2235025.1543
25	453936.6750	2235039.4428	78	453885.7794	2235029.4146
26	453941.7653	2235041.0029	79	453882.2433	2235033.2405
27	453946.5864	2235043.2618	80	453861.6129	2235052.7845
28	453951.0429	2235046.1747	81	453859.6520	2235054.6422
29	453955.0466	2235049.6841	82	453832.6247	2235080.2463
30	453962.0520	2235056.7554	83	453820.7608	2235090.2951
31	453981.1230	2235076.0060	84	453781.0751	2235137.3167
32	454079.6067	2235175.4167	85	453746.6629	2235186.9673
33	454204.9958	2235301.9861	86	453727.7871	2235218.5512
34	454215.4152	2235312.5036	87	453718.8772	2235237.5452
35	454241.7004	2235286.4635	88	453686.3272	2235340.8045
36	454092.0106	2235135.3646	89	453675.1043	2235376.4073
37	454007.4083	2235049.9659	90	453642.0266	2235481.3408
38	453988.3372	2235030.7153	91	453633.7722	2235504.9530
39	453955.8575	2234997.9298	92	453621.1718	2235540.9973
40	453861.6556	2234902.8413	93	453619.9730	2235544.4266
41	453843.2604	2234884.2729	94	453619.9651	2235544.4490
42	453753.7902	2234793.9605	95	453618.9765	2235546.6318
43	453746.4457	2234786.5469	96	453617.6240	2235548.6097
44	453734.9740	2234774.9672	97	453615.9487	2235550.3229
45	453512.5203	2234550.4195	98	453614.0014	2235551.7191
46	453224.3820	2234258.3819	99	453611.8412	2235552.7561

COORDENADAS DEL POLÍGONO CUSTF					
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
47	453180.4398	2234213.8451	100	453609.5339	2235553.4024
48	453105.0324	2234137.4172	101	453607.1494	2235553.6382
49	453062.9681	2234094.7837	102	453604.7601	2235553.4566
50	453062.5423	2234094.3522	103	453602.4387	2235552.8629
51	453060.0133	2234091.3502	104	453602.1939	2235553.5601
52	453057.9854	2234087.9893	105	453639.3250	2235566.2680
53	453057.8819	2234087.7345	1	453642.9276	2235555.6470
SUPERFICIE 78,589.94 m²					

II.2.4. Preparación y construcción

PREPARACIÓN DEL SITIO. La preparación del sitio para la construcción del proyecto consistirá principalmente en desmontes, despalmes, excavaciones y nivelaciones del terreno. El polígono bajo estudio consta de áreas predominantemente herbáceas y arbustivas con una vocación diferente al forestal; pero también existen áreas con vocación forestal por el tamaño diamétrico de sus arbustos y árboles productos de sucesión secundaria de la Selva Mediana Subperennifolia.

DESMONTES Y DESPALMES. El tipo de material por remover será primordialmente de tipo arbustivo y el arbóreo, principalmente en las áreas forestales.

FORMACION DE LA PARTE DE LOS TERRAPLENES Y DE SUS CUÑAS DE SOBRECANTO, CONSTRUIDAS CON MATERIAL NO COMPACTABLE, P.U.O.T.

MATERIALES.- Se considerarán como materiales no compactables a los señalados en el inciso 3.01.01.005-D.04 de las Normas para Construcción e Instalaciones.

EJECUCIÓN.- Cuando de acuerdo con lo señalado en el proyecto respectivo y/o lo ordenado por la Secretaría se requiera formar parte de los terraplenes con material no compactable, se procederá en la siguiente forma:

a).- La construcción del terraplén se efectuará por capas sensiblemente horizontales que abarquen todo el ancho de la sección o de ampliación, el espesor de cada capa será el mínimo que permita el tamaño del material y la altura del terraplén. En cada capa se dará el acomodo del material mediante tres (3) pasadas por cada lugar "ronceando" con tractor D-8 o similar en peso.

b).- Las secciones del terraplén con material no compactable se verificará de acuerdo a lo que corresponda de lo señalado en el inciso 3.01.01.005-F.21 de las Normas para Construcción e Instalaciones.

FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES CONSTRUIDOS CON MATERIAL DE LOS BANCOS DE PRÉSTAMO ,INCLUYENDO ACARREOS, P.U.O.T. PARA 90%

EJECUCIÓN.- La formación y compactación de los terraplenes que se construyan utilizando material de los bancos que elija el contratista, deberán construirse y compactarse de acuerdo con lo señalado en el proyecto respectivo y lo ordenado por la Secretaría incluyendo la cuñas de sobreebanco. Estos materiales deberán cumplir con los requisitos estipulados en las Normas para Construcción e Instalaciones y de Calidad de los Materiales N-CTR-CAR-1-01-009/11 y N-CMT-1-01/02.

FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES CONSTRUIDOS CON MATERIAL DE LOS BANCOS DE PRÉSTAMOS, INCLUYENDO ACARREOS P.U.O.T., EN CAPA SUBRASANTE PARA 95%

La formación y compactación al noventa y cinco por ciento (95 %) por unidad de obra terminada corresponde a la construcción de la capa subrasante de treinta (30) centímetros de espesor en cortes y terraplenes, por lo que el Contratista deberá considerar en los análisis detallados de los precios unitarios respectivos, además de lo señalado en las Normas para Construcción e Instalaciones N-CTR-CAR-1-01-009/11, todo lo que se requiera y sea necesario para que los materiales obtenidos de los bancos de préstamo fijados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría cumplan los requisitos para capa subrasante estipulados en las Normas de Calidad de los Materiales N-CMT-1-03/02., ya sea que deba efectuarse en los bancos la selección de los materiales aprovechables para capa subrasante y eliminación de los tamaños mayores de setenta y seis (76) milímetros (3") que contengan, o bien deban disgregarse, triturarse parcialmente y/o cribarse a dicho tamaño máximo de setenta y seis (76) milímetros (3").

ARROPE DE LOS TALUDES DE LOS TERRAPLENES CON EL MATERIAL OBTENIDO DE LOS DESPALMES Y EXCAVACIONES DE CAJA, P.U.O.T.

EJECUCIÓN.- Entre las estaciones en el proyecto y/o ordenadas por la Secretaría, se procederá a recargar los taludes de los terraplenes correspondientes al cuerpo nuevo, utilizando el material obtenido de los despalmes y cajas para desplantes de terraplenes, a fin de arropar dichos taludes en la forma indicada por la Secretaría, distribuyendo el material y afinando la sección para darle un talud final de dos a uno (2:1).

BASE HIDRÁULICA COMPACTADA AL 100 % POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA

Sobre la capa subrasante debidamente terminada se construirá una capa de base hidráulica de 15 centímetros de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para tal fin. El material que conforme esta capa se deberá compactar al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO modificada.

La construcción de la base se construirá conforme a lo señalado en la norma N.CTR.CAR.1.04.002/11, con los espesores y las secciones indicadas en el proyecto, utilizando materiales triturados procedentes de los bancos indicados en el proyecto o señalados por la SCT.

Tabla II. 7 Los materiales de base hidráulica deberán satisfacer los requisitos que se indican en las normas N.CMT.4-02-002/11. y los que se describen a continuación.

PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
Tamaño máximo de partículas	38.0 mm (1 ½")
Granulométrica	Zonas I y II
Compactación	100% de su PVSM
Límite Líquido	35% Máximo
Índice plástico	10% Máximo
Equivalente de Arena	40% Mínimo
Porcentaje de finos	10% Máximo
V.R.S	80% Mínimo

MATERIALES ASFÁLTICOS EN RIEGOS DE IMPREGNACIÓN.

Sobre la superficie de la capa de base hidráulica, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho y en los taludes que forme, un riego de impregnación con emulsión asfáltica cationica a razón de 0.8 de residuo asfáltico por metros cuadrados (m²), previamente a su aplicación se barrera por medios mecánicos la superficie a tratar para eliminar el material suelto, polvo, y materia extraña. No se permitirá el paso de tránsito ni maquinaria sobre el riego hasta el momento de tendido de la carpeta.

En cuanto a las emulsiones de rompimiento lento para la impregnación, estas provendrán de una planta cuya calidad sea reconocida y acreditada, además deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla II. 8 Propiedad de las emulsiones

PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
Cemento asfáltico (%) en peso	60.0 Mínimo
Viscosidad Saybolt-furol, a 25°C (segundos)	5.0 Mínimo
Asentamiento a 5 días (% en peso)	10% Máximo
Retenido en malla N° 20 (% en peso)	0.1 Máximo
Penetración del residuo a 25°C, 100 gr 5 segundos	150 – 250
Solubilidad del residuo en CCL ₄ , (%)	97.0 Mínimo
Ductilidad del residuo a 25°C, (cm)	40.0 Mínimo
Capacidad del recubrimiento con el material pétreo e inmersión por fricción, %	70.0 Mínimo

Para el uso de las emulsiones se deberá proporcionar el estudio de la emulsión efectuado por el fabricante, relativas al tipo, uso, almacenamiento, restricciones de la temperatura de aplicación y su dilución con agua, para su óptima aplicación en el sitio.

MATERIALES ASFÁLTICOS EN RIEGOS DE LIGA.

Sobre la superficie de base hidráulica y primera capa de concreto asfáltico debidamente terminada se aplicará en todo el ancho de la sección, un riego de liga a base de emulsión asfáltica de rompimiento rápido a razón de 0.5 litros por metro cuadrado (lts/m²), sobre la superficie actual, dosificación que deberá ajustarse por el laboratorio de campo instalado por parte de la empresa que realizara los trabajos.

En cuanto a las emulsiones de rompimiento rápido, estas provendrán de alguna planta cuya calidad sea reconocida o acreditada, además deberán cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Tabla II. 9 Emulsiones de rompimiento.

PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
Cemento asfáltico (%) en peso	60.0 Mínimo
Viscosidad Saybolt-furol, a 50°C (segundos)	40.0 Mínimo
Asentamiento a 5 días (% en peso)	5.0% Máximo
Retenido en malla N° 20 (% en peso)	0.10 Máximo
Penetración del residuo a 25°C, 100 gr 5 segundos	60-90
Solubilidad del residuo en CCL ₄ , (%)	97.0 Mínimo
Ductilidad del residuo a 25°C, (cm)	40.0 Mínimo
Capacidad del recubrimiento con el material pétreo e inmersión por fricción, %	70.0 Mínimo

Para el uso de las emulsiones se deberá proporcionar el estudio de la emulsión efectuado por el fabricante, relativas al tipo, uso, almacenamiento, restricciones de la temperatura de aplicación y su dilución con agua, para su óptima aplicación en el sitio.

CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO COMPACTADO AL NOVENTA Y CINCO POR CIENTO (95%), P.U.O.T.

Sobre la capa de base debidamente terminada y después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 5.0 centímetros de espesor en todo el ancho de la sección, utilizando el material procedente del banco de préstamo indicado para tal fin y cemento asfáltico AC-20 con una dosificación aproximada de 1.25 lts/m² de material pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido de efectuará compactándola al 95% de su PVSM en la prueba Marshall. La mezcla se proyectará con el

procedimiento Marshall. Se cumplirá con las normas de construcción y calidad de materiales N-CTR-CAR-1-04-006/14 y N-CMT-4-04/08.

SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE CEMENTO ASFÁLTICO AC-20

EJECUCIÓN

Se empleará cemento asfáltico AC-20 en todos los tipos de mezclas asfálticas empleadas en la elaboración de las carpetas, debiendo cumplir con las especificaciones siguientes, según la norma N.CMT.4.05.001/06.

Tabla II. 10 Pruebas en el asfalto

PROPIEDAD	ESPECIFICACIONES
Punto de inflamación, °C	232.0 Mín.
Punto de reblandecimiento anillo y esfera °C	48 – 56
Penetración a 25°C, 100 gr 5 segundos (0.10mm)	60.0
Ductilidad a 25°C, 5 cm p.m(cm)	50.0mín.
Viscosidad saybolt-furol, a 135°C (segundos)	120.0 Mín.
Viscosidad absoluta,60°C, (poises)	2000.0 Mín.
Viscosidad cinemática, 135°C, (centistokes)	300.0 Mín.
Pérdida por calentamiento, TPF, (%)	0.50 máx.

El suministro de los productos asfálticos podrá hacerse de cualquiera de las refinerías que produzcan este tipo de cemento asfáltico, siempre y cuando cumplan con las especificaciones marcadas, debiéndose realizar las pruebas correspondientes por el laboratorio del contratista instalado en la obra.

Tabla II. 11 Etapas de construcción de las obras pretendidas por el proyecto.

CONSTRUCCIONES	ÁREA (m²)
CICLOVIA	5162.61
BANQUETAS	10410.16
CAMELLONES	17005.74
VIALIDAD	46011.43

II.2.5. 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 (7.858994 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.

Posteriormente se procedió a establecer los 4 sitios de muestreo, que fueron de formas rectangulares y distribuidas dentro del polígono bajo estudio. Es importante mencionar que los 4 sitios antes mencionados fueron trazados en el área de CUSTF que se solicita para el desarrollo del proyecto. Los resultados del inventario forestal de los sitios de muestreo son los que serán utilizados para las estimaciones de los volúmenes maderables a remover por el CUSTF que nos concierne.

SITIOS DE MUESTREO.

En total se trazaron 4 sitios de inventario forestal de 1,000 m² (50 m de longitud x 20 m de ancho) para las estimaciones de recursos forestales a afectarse en el área que se solicita para CUSTF. En cada sitio de muestreo se midieron todos los árboles presentes a partir de 10 cm de diámetro normal (DAP a 1.30 m); también se registró el nombre común y científico de cada árbol y su altura total (Ver **Anexo 8** de este estudio técnico), así como también se tomaron las coordenadas geográficas del punto central de cada sitio.

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

Tabla II. 12 Coordenadas UTM Zona 16Q que muestra la ubicación de los sitios centrales de muestreo trazados en el predio bajo estudio.

CUADRANTE	X	Y
1	453311.7639	2234360.4499
2	453674.5361	2234722.4654
3	454052.1997	2235113.7895
4	453782.3043	2235149.1706



Figura II. 4 Distribución de los sitios de Inventario forestal (cuadrantes) dentro del área de CUSTF.

CÁLCULO DE PARÁMETROS DASOMÉTRICOS.

Para calcular las existencias volumétricas de los elementos arbóreos registrados en el muestreo de campo se utilizaron las siguientes formulas generales:

- **Área basal por especie y 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 m².

- **Volumen por especie y por hectárea.** Se obtuvo de manera individual por especie y sitio de muestreo, aplicando la fórmula siguiente. El resultado se expresa en m³/ha

$$\text{Vol esp} = (\text{AB} * \text{AT} * \text{CM}) / \text{T}$$

Dónde:

AB = Área basal.

AT = Altura total.

CM = Coeficiente mórfico de 65%.

T = Tamaño del sitio.

- **Grupos tecnológicos de los elementos maderables registrados en el predio.** Estos se basaron de acuerdo a la clasificación de los grupos tecnológicos de la península de Yucatán:

1. Preciosas (Caoba, Cedro, Guayacán).
2. Decorativas (Ciricote, Granadillo).
3. Blandas tropicales (Ceiba, Pochote, Jobo, Chuum y otras especies con madera considerada como blanda).
4. Duras tropicales (Tzalam, Pucte, Chukum y un gran número de especies con madera considerada dura o pesada).

- **Porcentaje de volumen de madera aprovechable y de desperdicio del volumen maderable total a removerse por CUSTF.** En las especies maderables se consideró un 84% de volumen aprovechable y 16 % de desperdicio, el cual se descontó del volumen total.

Considerando el muestreo de vegetación forestal efectuado en la zona y los recorridos de campo para analizar la presencia de arbolado de especies con interés, los resultados obtenidos se muestran a continuación.

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 II. 13 Familias, especies identificadas y número de individuos por hectárea en los polígonos forestales del conjunto de predios bajo estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Anacardiaceae	Metopium brownie (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	155
Annonaceae	Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	25

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Apocynaceae	Plumeria obtusa L.	Nikté ch'oom, Flor de mayo silvestre	25
Arecaceae	Pseudophoenix sargentii H. Wendl. ex Sarg.	Kuka', ya'ax jalalche', palma bucanero, palma de guinea	18
Boraginaceae	Cordia gerascanthus L.	Bojom	85
Burseraceae	Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	93
Ebenaceae	Diospyros tetrasperma Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	3
Euphorbiaceae	Croton reflexifolius Kunth.	Ko'ok che', p'e'es' kúuch, chiim kuuts	28
Lamiaceae	Vitex gaumeri Greenm.	Ya'axnik	28
Leguminosae	Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.	Chak te', viga, brazil, brazileto	35
Leguminosae	Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	55
Leguminosae	Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam	80
Leguminosae	Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Ja'abin	8
Malvaceae	Luehea speciosa Willd.	K'an kaat, k'askáat	8
Moraceae	Ficus maxima Mill.	Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande	23
Myrtaceae	Eugenia foetida Pers.	Sak loob	13
Myrtaceae	Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	95
Nyctaginaceae	Neea psychotrioides Donn. Sm.	Ta'tsi'	23
Polygonaceae	Coccoloba spicata Lundell	Boob, boob ch'iich'	10
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	8
Rubiaceae	Alseis yucatanensis Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	15
Sapotaceae	Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	113
TOTAL			940

Como se puede observar en la tabla anterior, el muestreo realizado en el predio para los cálculos de los recursos forestales permitieron identificar y registraron una composición florística basada en 22 especies pertenecientes a 22 géneros y 17 familias taxonómicas. La familia botánica

más representativa fue la Leguminosae con 4 especies y 4 géneros, le sigue en importancia la Myrtaceae y Polygonaceae con 2 especies cada una.

En cuanto a abundancias se registraron 940 individuos de plantas por hectárea, siendo las especies más abundantes la *Metopium brownie* con 155 individuos, seguida por la *Manilkara zapota* con 113, *Psidium sartorianum* con 95 y *Bursera simaruba* con 93.

ÁREA BASAL Y VOLUMEN TOTAL DE LOS ELEMENTOS ARBÓREOS EN LA SUPERFICIE FORESTAL

Con base en los parámetros obtenidos en los 4 sitios de inventario forestal (4,000 m²), se estimaron y obtuvieron los valores de área basal (AB) y volumen total árbol (VTA) de los elementos arbustivos y arbóreos presentes en el área de CUSTF **por hectárea**. En la **Tabla II.14** siguiente, se pueden observar los valores antes mencionados para todas las especies, con valores por hectárea.

Tabla II. 14 Área basal y volumen total árbol **por hectárea** para las especies encontradas en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AB (m ²)	VTA (m ³)
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	5.1713	16.9475
<i>Mosannona depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	0.3654	1.0390
<i>Plumeria obtusa</i> L.	Nikté ch'oom, Flor de mayo silvestre	0.2678	0.7681
<i>Pseudophoenix sargentii</i> H. Wendl. ex Sarg.	Kuka', ya'ax jalalche', palma bucanero, palma de guinea	0.1457	0.4774
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	0.9327	2.5274
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	1.5215	4.6187
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	0.0283	0.0848
<i>Croton reflexifolius</i> Kunth.	Ko'ok che', p'e'es' kúuch, chiim kuuts	0.3267	0.9802
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	0.6169	1.9715
<i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.	Chak te', viga, brazil, brazileto	0.5490	1.6809
<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	0.5421	1.6264
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	1.8404	5.3728
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	0.0937	0.2810
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	0.0811	0.2145
<i>Ficus maxima</i> Mill.	Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande	0.6138	1.8414
<i>Eugenia foetida</i> Pers.	Sak loob	0.1323	0.3461
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	1.1975	3.6080
<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.	Ta'tsi'	0.2199	0.6244
<i>Coccoloba spicata</i> Lundell	Boob, boob ch'iich'	0.1716	0.4750

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AB (m ²)	VTA (m ³)
Gymnopodium floribundum Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	0.0589	0.1767
Alseis yucatanensis Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	0.2272	0.5953
Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	2.0381	6.2184
TOTAL		17.1419	52.4755

En general, para todas las especies registradas en el muestreo forestal se obtuvieron 17.1419 m² de área basal y 52.4755 m³ de volumen total árbol por hectárea.

Considerando los valores estimados de área basal y volumen por hectárea antes mencionados y tomando en cuenta la superficie forestal **7.858994 ha**, se pueden estimar los volúmenes de madera que pueden obtenerse en el predio donde se llevará a cabo el proyecto y que pueden observarse en la **Tabla II.15** siguiente:

Tabla II. 15 Valores del número de árboles, área basal y volumen total por especie para la superficie considerada como forestal (**7.858994 ha**) en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
Metopium brownie (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	1218	40.6409	133.1904
Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	196	2.8717	8.1652
Plumeria obtusa L.	Nikté ch'oom, Flor de mayo silvestre	196	2.1048	6.0366
Pseudophoenix sargentii H. Wendl. ex Sarg.	Kuka', ya'ax jalalche', palma bucanero, palma de guinea	138	1.1450	3.7516
Cordia gerascanthus L.	Bojom	668	7.3298	19.8626
Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	727	11.9576	36.2986
Diospyros tetrasperma Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	20	0.2222	0.6666

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
<i>Croton reflexifolius</i> Kunth.	Ko'ok che', p'e'es' kúuch, chiim kuuts	216	2.5677	7.7032
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	216	4.8485	15.4944
<i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.	Chak te', viga, brazil, brazileto	275	4.3145	13.2103
<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	432	4.2605	12.7816
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	629	14.4636	42.2250
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	59	0.7361	2.2082
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	59	0.6373	1.6860
<i>Ficus maxima</i> Mill.	Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande	177	4.8238	14.4713
<i>Eugenia foetida</i> Pers.	Sak loob	98	1.0401	2.7202
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	747	9.4114	28.3556
<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.	Ta'tsi'	177	1.7283	4.9071
<i>Coccoloba spicata</i> Lundell	Boob, boob ch'iich'	79	1.3487	3.7331
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	59	0.4629	1.3888
<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	118	1.7854	4.6784
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	884	16.0175	48.8700
TOTAL		7,387	134.7181	412.4048

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, 7,387 árboles con un área basal de 134.7181 m² y un volumen total de 412.4048 m³ de madera.

Grupos tecnológicos presentes

Las especies de plantas identificadas en el predio se pueden clasificar en dos grupos tecnológicos principales: **blandas tropicales** y **duras tropicales**.

Para el grupo tecnológico blandas tropicales en el área que se solicita para CUSTF se identificó únicamente una especie, *B. simaruba* cuyo valor de AB y VTA se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla II. 16 Valores de número de árboles, área basal y volumen total para las especies del grupo tecnológico blandas tropicales para la superficie considerada como forestal (7.858994) del predio bajo estudio.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chakaj, Chaká	727	11.9576	36.2986
TOTAL		727	11.9576	36.2986

Para el grupo tecnológico duras tropicales se identificaron 21 especies, mismas que pueden observarse en la tabla siguiente.

Tabla II. 17 Valores de número de árboles, área basal y volumen total para las especies del grupo tecnológico duras tropicales para la superficie considerada como forestal (7.858994 ha) del predio bajo estudio.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	1218	40.6409	133.1904
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	196	2.8717	8.1652
<i>Plumeria obtusa</i> L.	Nikté ch'oom, Flor de mayo silvestre	196	2.1048	6.0366
<i>Pseudophoenix sargentii</i> H. Wendl. ex Sarg.	Kuka', ya'ax jalalche', palma bucanero, palma de guinea	138	1.1450	3.7516
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	668	7.3298	19.8626
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	20	0.2222	0.6666
<i>Croton reflexifolius</i> Kunth.	Ko'ok che', p'e'es' kúuch, chiim kuuts	216	2.5677	7.7032
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	216	4.8485	15.4944
<i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.	Chak te', viga, brazil, brazileto	275	4.3145	13.2103
<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	432	4.2605	12.7816

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam	629	14.4636	42.2250
Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Ja'abin	59	0.7361	2.2082
Luehea speciosa Willd.	K'an kaat, k'askáat	59	0.6373	1.6860
Ficus maxima Mill.	Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande	177	4.8238	14.4713
Eugenia foetida Pers.	Sak loob	98	1.0401	2.7202
Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	747	9.4114	28.3556
Neea psychotrioides Donn. Sm.	Ta'tsi'	177	1.7283	4.9071
Coccoloba spicata Lundell	Boob, boob ch'iich'	79	1.3487	3.7331
Gymnopodium floribundum Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	59	0.4629	1.3888
Alseis yucatanensis Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	118	1.7854	4.6784
Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	884	16.0175	48.8700
TOTAL		6,660	122.7606	376.1062

Se estimó que para las especies duras tropicales existen 6,660 árboles los que dan un área basal de 122.7606 m² y un volumen total árbol de 376.1062 m³.

VOLUMEN POR ESPECIE Y POR TABLAJE.

Considerando que en el área bajo estudio consiste únicamente en un solo predio por lo que el VTA antes presentado en la **Tabla 2.13** corresponde a un valor de 412.4048 m³ para todas las especies registradas.

DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS.

La distribución de productos de las especies presentes en el predio bajo estudio y el estimado del volumen aprovechable (84%) del al área sujeta a CUSTF, se presenta a continuación en la siguiente tabla:

Tabla II. 18 Distribución de productos por especie para el área sujeta a CUSTF (7.858994 ha) en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	VTA (m ³ /7.858 994 ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m ³ /Ha)
Metopium brownie (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	133.1904	111.8800	21.3105	111.8800
Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	8.1652	6.8588	1.3064	6.8588
Plumeria obtusa L.	Nikté ch'oom, Flor de mayo silvestre	6.0366	5.0708	0.9659	5.0708
Pseudophoenix sargentii H. Wendl. ex Sarg.	Kuka', ya'ax jalalche', palma bucanero, palma de guinea	3.7516	3.1514	0.6003	3.1514
Cordia gerascanthus L.	Bojom	19.8626	16.6846	3.1780	16.6846
Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	36.2986	30.4908	5.8078	30.4908
Diospyros tetrasperma Sw.	Sip che', pisit, silil, ts'it'il che', k'ab che'	0.6666	0.5600	0.1067	0.5600
Croton reflexifolius Kunth.	Ko'ok che', p'e'es' kúuch, chiim kuuts	7.7032	6.4707	1.2325	6.4707
Vitex gaumeri Greenm.	Ya'axnik	15.4944	13.0153	2.4791	13.0153
Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.	Chak te', viga, brazil, brazileto	13.2103	11.0966	2.1136	11.0966
Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	12.7816	10.7365	2.0451	10.7365
Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam	42.2250	35.4690	6.7560	35.4690
Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Ja'abin	2.2082	1.8549	0.3533	1.8549
Luehea speciosa Willd.	K'an kaat, k'askáat	1.6860	1.4162	0.2698	1.4162
Ficus maxima Mill.	Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande	14.4713	12.1559	2.3154	12.1559
Eugenia foetida Pers.	Sak loob	2.7202	2.2850	0.4352	2.2850
Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	28.3556	23.8187	4.5369	23.8187
Neea psychotrioides Donn. Sm.	Ta'tsi'	4.9071	4.1220	0.7851	4.1220
Coccoloba spicata Lundell	Boob, boob ch'iich'	3.7331	3.1358	0.5973	3.1358
Gymnopodium floribundum Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	1.3888	1.1666	0.2222	1.1666
Alseis yucatanensis Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	4.6784	3.9299	0.7485	3.9299
Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	48.8700	41.0508	7.8192	41.0508
TOTAL		412.4048	346.4200	65.9848	346.4200

Lo anterior permite visualizar que el volumen total aprovechable de recurso maderable es de 346.4200 m³ por las 7.858994 ha que se solicita para el CUSTF.

DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DIAMÉTRICAS DE LOS INDIVIDUOS REPORTADOS EN LA SUPERFICIE FORESTAL.

La distribución de diámetros en la superficie considerada como forestal (7.858994 ha) se puede apreciar a continuación.

Tabla II. 19 Número de árboles por rango de diámetro, área basal, y volumen total árbol en el área considerada como forestal dentro del conjunto de predios bajo estudio.

CATEGORÍA DIAMÉTRICA (cm)	NÚMERO DE ÁRBOLES	AB (m ²)	VTA (m ³)
10 A 15	5619	65.1856	188.8674
16 A 20	864	21.1283	65.7670
21 A 30	825	36.0578	112.3149
31 A 48	79	12.3464	45.4554
TOTAL	7,387	134.7181	412.4048

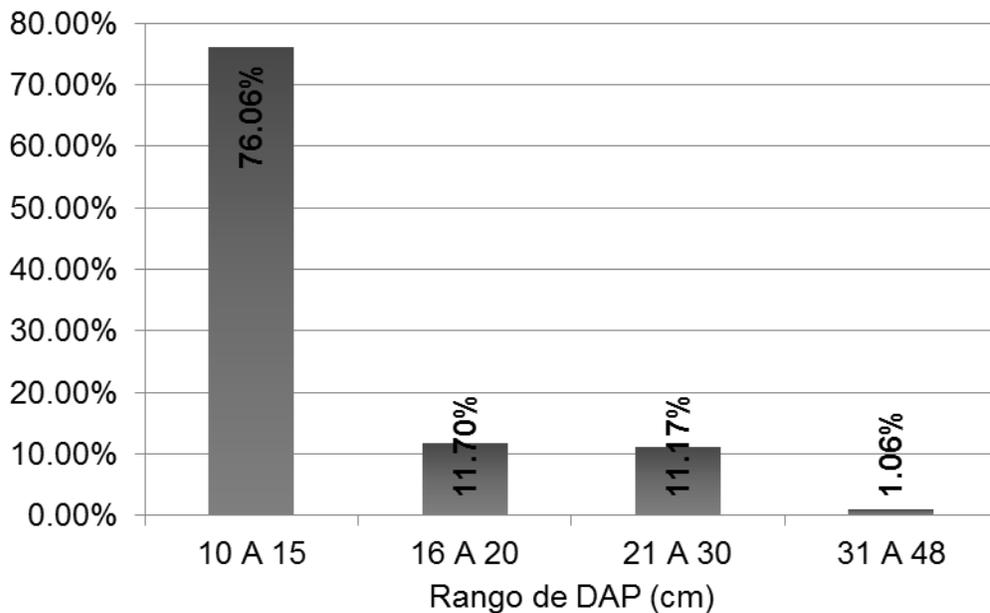


Figura II. 5 Número de individuos por clase diamétrica para el área que se solicita para CUSTF en el predio bajo estudio.

II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de 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 el apartado anterior (II.2.5) de este Capítulo, los parámetros dasométricos de área basal y volumen total estimados para la superficie considerada como forestal (7.858994 ha) en el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto del Aeródromo se puede observar en la **Tabla II.20** siguiente, incluidas las especies duras y blandas tropicales.

Tabla II. 20 Valores del número de árboles, área basal y volumen total por especie para el área que se solicita para el CUSTF (7.858994 ha) en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
Metopium brownie (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	1218	40.6409	133.1904
Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	196	2.8717	8.1652
Plumeria obtusa L.	Nikté ch'oom, Flor de mayo silvestre	196	2.1048	6.0366
Pseudophoenix sargentii H. Wendl. ex Sarg.	Kuka', ya'ax jalalche', palma bucanero, palma de guinea	138	1.1450	3.7516
Cordia gerascanthus L.	Bojom	668	7.3298	19.8626
Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	727	11.9576	36.2986
Diospyros tetrasperma Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	20	0.2222	0.6666
Croton reflexifolius Kunth.	Ko'ok che', p'e'es' kúuch, chiim kuuts	216	2.5677	7.7032
Vitex gaumeri Greenm.	Ya'axnik	216	4.8485	15.4944
Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.	Chak te', viga, brazil, brazileto	275	4.3145	13.2103
Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	432	4.2605	12.7816
Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam	629	14.4636	42.2250
Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Ja'abin	59	0.7361	2.2082
Luehea speciosa Willd.	K'an kaat, k'askáat	59	0.6373	1.6860
Ficus maxima Mill.	Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande	177	4.8238	14.4713
Eugenia foetida Pers.	Sak loob	98	1.0401	2.7202

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	747	9.4114	28.3556
Neea psychotrioides Donn. Sm.	Ta'tsi'	177	1.7283	4.9071
Coccoloba spicata Lundell	Boob, boob ch'iich'	79	1.3487	3.7331
Gymnopodium floribundum Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	59	0.4629	1.3888
Alseis yucatanensis Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	118	1.7854	4.6784
Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	884	16.0175	48.8700
TOTAL		7,387	134.7181	412.4048

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, **7,387** árboles con un área basal de **134.7181** m² y un volumen total Árbol de **412.4048** m³.

Con la finalidad de estimar el valor de la mejor opción de uso de las especies e individuos presentes en el predio que se analiza, se procedió a organizar y analizar la información considerando tanto los diámetros como las especies y el grupo tecnológico al que pertenecen las especies.

PRODUCTOS A OBTENER. Considerando lo expresado en los apartados anteriores y buscando la mejor utilización posible de la madera, como se señala en la tabla anterior, con las especies presentes se pueden obtener los siguientes tipos de productos:

1. Carbón vegetal (especies duras tropicales)
2. Madera para artesanías (especies blandas tropicales)

Estos usos se consideran como la mejor alternativa económica para los recursos maderables que se pueden obtener en el cambio de uso del suelo solicitado.

ESPECIES DURAS TROPICALES Y BLANDAS TROPICALES. Con el fin de definir la distribución de productos para las especies duras tropicales se construyó la tabla siguiente donde se puede

apreciar los volúmenes aprovechables (54 + 30 = 84%), los volúmenes de desperdicio (16%) y el volumen aprovechable.

En virtud de que no existen árboles para la obtención de productos primarios, solamente se consideran productos secundarios (84%) y desperdicios de puntas y ramas (16%).

Tabla II. 21 Distribución de productos por especie para el área sujeta a CUSTF (7.858994 ha) en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	VTA (m ³ /7.858994 ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m ³ /Ha)
Metopium brownie (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	133.1904	111.8800	21.3105	111.8800
Mosannona depressa (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	8.1652	6.8588	1.3064	6.8588
Plumeria obtusa L.	Nikté ch'oom, Flor de mayo silvestre	6.0366	5.0708	0.9659	5.0708
Pseudophoenix sargentii H. Wendl. ex Sarg.	Kuka', ya'ax jalalche', palma bucanero, palma de guinea	3.7516	3.1514	0.6003	3.1514
Cordia gerascanthus L.	Bojom	19.8626	16.6846	3.1780	16.6846
Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	36.2986	30.4908	5.8078	30.4908
Diospyros tetrasperma Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	0.6666	0.5600	0.1067	0.5600
Croton reflexifolius Kunth.	Ko'ok che', p'e'es' kúuch, chiim kuuts	7.7032	6.4707	1.2325	6.4707
Vitex gaumeri Greenm.	Ya'axnik	15.4944	13.0153	2.4791	13.0153
Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.	Chak te', viga, brazil, brazileto	13.2103	11.0966	2.1136	11.0966
Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	12.7816	10.7365	2.0451	10.7365
Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam	42.2250	35.4690	6.7560	35.4690
Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Ja'abin	2.2082	1.8549	0.3533	1.8549
Luehea speciosa Willd.	K'an kaat, k'askáat	1.6860	1.4162	0.2698	1.4162
Ficus maxima Mill.	Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande	14.4713	12.1559	2.3154	12.1559
Eugenia foetida Pers.	Sak loob	2.7202	2.2850	0.4352	2.2850
Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che' , macho	28.3556	23.8187	4.5369	23.8187
Neea psychotrioides Donn. Sm.	Ta'tsi'	4.9071	4.1220	0.7851	4.1220
Coccoloba spicata Lundell	Boob, boob ch'iich'	3.7331	3.1358	0.5973	3.1358
Gymnopodium floribundum Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	1.3888	1.1666	0.2222	1.1666
Alseis yucatanensis Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	4.6784	3.9299	0.7485	3.9299

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	VTA (m ³ /7.858994 ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m ³ /Ha)
Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	48.8700	41.0508	7.8192	41.0508
TOTAL		412.4048	346.4200	65.9848	346.4200

Lo anterior permite visualizar que el volumen total aprovechable de recurso maderable es de **346.4200** m³ por las 7.858994 ha que se solicita para el CUSTF.

Tabla II. 22 Distribución de productos para las especies duras tropicales en el área definida como forestal (7.858994 ha) dentro del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	VTA (m ³ /7.858994 ha)	PROD. SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOL. APROVECHABLE (m ³ /7.858994 ha)
Metopium brownie (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	133.1904	111.8800	21.3105	111.8800
Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	8.1652	6.8588	1.3064	6.8588
Plumeria obtusa L.	Nikté ch'oom, Flor de mayo silvestre	6.0366	5.0708	0.9659	5.0708
Pseudophoenix sargentii H. Wendl. ex Sarg.	Kuka', ya'ax jalalche', palma bucanero, palma de guinea	3.7516	3.1514	0.6003	3.1514
Cordia gerascanthus L.	Bojom	19.8626	16.6846	3.1780	16.6846
Diospyros tetrasperma Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	0.6666	0.5600	0.1067	0.5600
Croton reflexifolius Kunth.	Ko'ok che',p'e'es' kúuch, chiim kuuts	7.7032	6.4707	1.2325	6.4707
Vitex gaumeri Greenm.	Ya'axnik	15.4944	13.0153	2.4791	13.0153
Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.	Chak te', viga, brazil, brasileto	13.2103	11.0966	2.1136	11.0966
Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	12.7816	10.7365	2.0451	10.7365
Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam	42.2250	35.4690	6.7560	35.4690
Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Ja'abin	2.2082	1.8549	0.3533	1.8549

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	VTA (m ³ /7.858994 ha)	PROD. SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOL. APROVECHABLE (m ³ /7.858994 ha)
Luehea speciosa Willd.	K'an kaat, k'askáat	1.6860	1.4162	0.2698	1.4162
Ficus maxima Mill.	Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande	14.4713	12.1559	2.3154	12.1559
Eugenia foetida Pers.	Sak loob	2.7202	2.2850	0.4352	2.2850
Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	28.3556	23.8187	4.5369	23.8187
Neea psychotrioides Donn. Sm.	Ta'tsi'	4.9071	4.1220	0.7851	4.1220
Coccoloba spicata Lundell	Boob, boob ch'iich'	3.7331	3.1358	0.5973	3.1358
Gymnopodium floribundum Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	1.3888	1.1666	0.2222	1.1666
Alseis yucatanensis Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	4.6784	3.9299	0.7485	3.9299
Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	48.8700	41.0508	7.8192	41.0508
TOTAL		376.1062	315.9292	60.1770	315.9292

Como puede apreciarse para todas las especies duras tropicales registradas dentro del predio se tiene un Volumen Total Arbol de 376.1062 m³; sin embargo, existen solamente 315.9292 m³ de madera que puede ser aprovechada para la elaboración de carbón vegetal.

Para el caso del grupo tecnológico blandas tropicales se observó una sola especie, *B. simaruba* en el área que se solicita para CUSTF en el predio bajo estudio y el volumen aprovechable de madera es de 30.4908 m³. Este volumen se destinará para elaborar piezas pequeñas para uso en la elaboración de artesanías.

Tabla II. 23 Distribución de productos para las especies blandas tropicales en el área definida como forestal (7.858994 ha) dentro del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	VTA (m ³ /7.858994 ha)	PROD. SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOL. APROVECHABLE (m ³ /7.858994 ha)
-------------------	--------------	-----------------------------------	-------------------------	----------------------	---

Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	36.2986	30.4908	5.8078	30.4908
TOTAL		36.2986	30.4908	5.8078	30.4908

CARBÓN VEGETAL. Considerando que el volumen de madera disponible y aprovechable del grupo tecnológico duras tropicales a utilizar para la elaboración de carbón es de 315.9292 m³ y que la tecnología para la elaboración del carbón es la tradicional y considerando que para una tonelada de carbón se requieren 5 m³ de madera, el carbón que se puede producir con la madera del predio es de 63.19 toneladas de carbón vegetal.

El valor actual por tonelada de carbón vegetal es de aproximadamente \$ 2,000.00, por lo que se puede estimar que el valor económico para la leña del área que ocupará la construcción del proyecto asciende a **\$126,371.68** pesos por este concepto.

ARTESANÍAS. Se detectó una especie del grupo tecnológico blandas tropicales que se utilizan frecuentemente para elaborar artesanías.

La madera de blandas tropicales, que puede ser aprovechada se estimó en 30.4908 m³ de volumen aprovechable, considerando que un metro cúbico de madera de *B. simaruba* de estas dimensiones usualmente alcanza un precio de \$ 2,500.00; por lo que el valor de la madera del volumen aprovechable estimada en rollo es del orden de **\$76,227.00** pesos.

VALOR DE LOS RECURSOS (PLANTAS) FORESTALES. En resumen los productos forestales derivados del CUSTF representan un valor estimado de **\$ 202,598.68** distribuido como puede apreciarse en la tabla siguiente.

Tabla II. 24 Resumen de productos maderables posibles de obtener y valores estimados.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO (\$)
Carbón vegetal	\$ 126,371.68
Madera para artesanías	\$ 76,227.00
SUMA	\$ 202,598.68

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 (7.858994 ha), información que puede observarse en la **Tabla II.25**.

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

Tabla II. 25 Estimación económica de la fauna silvestre observada en el predio del proyecto.

GRUPO FAUNÍSTICO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. DE INDIVIDUOS ^A	NO. DE INDIVIDUOS ^B	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
REPTILES	Senticolis triaspis	Ratonera oliva	1	8	100	\$ 785.90
	Ctenosaura similis	Iguana rayada	1	8	60	\$ 471.54
	Sceloporus chrysostictus	Lagartija comun	3	24	80	\$ 1,886.16
	Norops sericeus	Anolis punto azul	2	16	50	\$ 785.90
MAMÍFEROS	Orthogeomys hispidus	Tuza	1	8	60	\$ 471.54
	Dasypus novemcintus	Armadillo	1	8	150	\$ 1,178.85
	Didelphis marsupialis	Tlacuache	2	16	40	\$ 628.72
	Coragyps atratus	Zopilote común	2	16	0	\$ -
AVES	Leptotila jamaicensis	Paloma caribeña	1	8	80	\$ 628.72
	Zenaidura macroura	Paloma ala blanca	3	24	60	\$ 1,414.62
	Cyanocorax yncas	Chara verde	1	8	140	\$ 1,100.26
	Cyanocorax yucatanicus	Chel	1	8	150	\$ 1,178.85
	Dives dives	Tordo cantor	1	8	60	\$ 471.54
	Icterus chrysater	Bolsero dorso dorado	2	16	60	\$ 943.08
	Icterus gularis	Bolsero	4	31	60	\$ 1,886.16
	Quiscalus mexicanus	Zanate	2	16	20	\$ 314.36
	Mimus gilvus	Centzontle	1	8	70	\$ 550.13
	Amazilia rufica	Colibrí canela	1	8	120	\$ 943.08
	Turdus grayi	Zorzal pardo	3	24	40	\$ 943.08

GRUPO FAUNÍSTICO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. DE INDIVIDUOS ^A	NO. DE INDIVIDUOS ^B	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
	Contopus cinereus	Pibi tropical	2	16	60	\$ 943.08
	Myiozetetes similis	Luis gregario	2	16	40	\$ 628.72
	Pitangus sulfuratus	Bienteveo	1	8	70	\$ 550.13
	Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	3	24	70	\$ 1,650.39
TOTAL						\$21,926.59

^ANúmero de individuos registrados en los sitios de muestreo trazados en el predio con una superficie de 1.068 ha.

^BNúmero de individuos registrados en toda la superficie sometida a CUSTF (7.858994 ha).

S/V_ Sin valor en las tiendas de mascotas.

Si se vendieran los ejemplares considerados en la tabla anterior, se obtendrían aproximadamente **\$21,926.59** por concepto de fauna silvestre.

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIETADES DE MICROORGANISMOS.

DE INTERÉS GENERAL. México es un país megadiverso, se considera que es uno de los 5 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 CO₂ 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, 2007¹).

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 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).

¹ 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.

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., 2003²).

Glomus intraradices* y *Azospirillum brasilense, que se utilizaron para inocular plantas de Maiz en Yucatán (Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria, 2006³).

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:

² 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.

³ 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.

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

Bioactive Soil Neutralizer: (Soil Acidity/Alkalinity Regulator): Regula y estabiliza el nivel de pH del suelo entre 6.5-7.5, puede activarse cerca de 2 años, incrementa la fijación de nitrógeno del suelo, se requiere pequeñas cantidades para grandes extensiones (1gr para 1m²), 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:

Biología 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 petróleo Activate TM 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.

Tomando en cuenta todo lo anteriormente expuesto se puede mencionar que el valor de los recursos biológicos-forestales que serán removidos en los polígonos forestales del predio del proyecto que nos ocupa es el que a continuación se menciona.

Tabla II. 26 Resumen de productos posibles de obtener y valores estimados de los recursos biológicos-forestales del área para CUSTF.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO (\$)
Carbón vegetal	\$ 126,371.68
Madera para artesanía	\$ 76,227.00
Fauna silvestre y otros organismos biológicos	\$21,926.59
SUMA	\$224,525.27

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 que contienen los polígonos forestales en la superficie considerada como forestal (7.858994 ha) asciende a la cantidad de **\$224,525.27**.

II.2.7. Operación y mantenimiento

Programa de operación. Se considera que la operación del proyecto finalice y los automovilistas circulen de la Avenida Coba Sur a la carretera Federal 303 o viceversa.

El programa de mantenimiento de las vialidades. Esta etapa consiste principalmente en el Bacheo de calles o reparar los daños de la superficie de rodamiento de las vialidades. Como primer punto se localiza el área afectada, ya sea que presente hundimientos, resquebrajamientos, grietas o fisuras; una vez hecho esto se procede a marcar el área que será reparada, se levanta la carpeta asfáltica con picos y barretas, se limpia y barre la base hidráulica si no presenta algún problema y se procede a la impregnación de la superficie previamente barrida, una vez hecho esto se procede al tendido de la mezcla asfáltica y posterior mente se compacta ya sea con pisón de mano con una pequeña plancha vibratoria de rodillo metálico.

II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El proyecto a construir se considera de vida útil permanente, representando un patrimonio estatal que seguramente usaran las nuevas generaciones. Por lo tanto, no se prevé el abandono del sitio bajo circunstancias normales.

II.2.9. Residuos

Residuos vegetales. Durante las actividades de desmonte y despalme del sitio se producirán residuos vegetales, los cuales serán trozados y esparcidos en las áreas de conservación del

proyecto para facilitar su reintegración natural al suelo, o bien, desalojados del área para trasladarlos al relleno sanitario de la ciudad. Se producirá tanto herbáceas como material vegetal leñoso, dada la composición actual de la vegetación en el predio.

Restos pétreos. La capa de tierra y piedras que será removida durante el despalme del terreno se mantendrá en el área de trabajo, acumulada temporalmente en puntos específicos y será utilizada para cimientos (mamposterías) y relleno de los mismos. Se espera remover volúmenes bajos de tierra, ya que ésta es escasa en el área. En caso de generarse sobrantes de esta actividad, serán retiradas del sitio, disponiéndolos en el relleno sanitario o banco de material que indique la Secretaría.

Restos de obra civil. La construcción civil generará residuos como cartones, papeles, bolsas o sacos y cajas de material, etc. Otros materiales de desecho serán los cables, alambres, clavos y demás elementos de instalación eléctrica, sanitaria, hidráulica, de carpintería, etc. Los restos de material de banco (polvo y grava, piedras del sitio) serán utilizados para relleno.

Los residuos generados a partir de estas actividades se mantendrán temporalmente en contenedores o sacos y se dispondrán en un área específica en que no afecte los trabajos. De manera semanal o quincenal, dependiendo de los volúmenes generados, se trasladarán para su disposición final en el relleno sanitario de la ciudad, excepto los materiales susceptibles de reciclaje o reuso.

Al término de las obra civiles del proyecto, se hará el retiro de todas las instalaciones provisionales, se limpiará y retirará todo el sobrante de materiales. No quedará evidencia de las actividades constructivas para el paso a la etapa de ocupación del proyecto.

Residuos peligrosos. La maquinaria pesada podría generar fugas pequeñas y circunstanciales de aceite durante su operación en el proyecto, el cual se coleccionará en recipientes o materiales absorbentes para evitar la contaminación del suelo natural y se dispondrá en tambores metálicos cerrados. Estos tambores se dispondrán temporalmente en un sitio del área de trabajo, con techo y firme de concreto u otro material impermeable. Materiales impregnados con aceite y/o grasa de la maquinaria, serán también manejados de manera semejante. Los cambios de aceite de las maquinarias y las actividades de mantenimiento ocurrirán fuera del área del proyecto.

Los botes de pintura que se produzcan durante el acabado de las casas, así como los materiales (incluso estopas y trapos) impregnados con ésta, serán tratados de manera semejante a los hidrocarburos. Los residuos de emulsión asfáltica serán manejados de manera semejante.

En términos generales, el manejo temporal de los residuos peligrosos durante la construcción del proyecto será el siguiente: se colocarán en recipientes con tapa, rotulados con el tipo de residuo que contenga; los residuos sólidos y líquidos se dispondrán en recipientes independientes;

cada recipiente con un tipo de residuo estará segregado de los de otro tipo. Se deberán disponer en un sitio con techo y se deberá contar con al menos un extintor.

En la operación del proyecto algunas actividades de mantenimiento esporádico serán las únicas fuentes de este tipo de residuos, tales como botes de pintura y materiales impregnados con la misma. Es el caso también de los materiales impregnados con aceite lubricante o las posibles fugas del mismo a partir de los vehículos utilitarios.

Residuos sólidos domésticos. Como resultado de la alimentación de los trabajadores durante la construcción, se producirán residuos de tipo doméstico tales como botellas y bolsas de plástico, papeles, latas, platos desechables, restos de alimentos, etc., los cuales serán contenidos en recipientes rotulados y con tapa, y dispuestos periódicamente en el relleno sanitario municipal.

II.2.10. Emisiones y descargas

Emisiones a la atmósfera. Debido a las actividades de preparación del sitio, particularmente el despalde, se emitirán partículas de polvo a la atmósfera. Por otra parte, la maquinaria utilizada generará gases contaminantes producto de la combustión interna. No se prevé la generación excesiva de estas partículas, además que se espera una rápida dispersión de las mismas ya que se trata de un área abierta y extensa.

Durante la operación del proyecto no se generaran emisiones fijas a la atmósfera. Las únicas emisiones de gases contaminantes durante la operación del proyecto estarán dadas por los motores de combustión interna vehiculares, propios de este tipo de proyectos y de los vehículos propiedad de los usuarios y trabajadores. Se prevé que los vehículos particulares serán objeto de verificación vehicular contra la emisión de gases contaminantes de acuerdo con los requerimientos actuales de la Secretaría.

Ruido. El funcionamiento de la maquinaria y de los vehículos durante la construcción del proyecto será la principal fuente de ruido en el área. Dada la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta y extensa, se prevé que los niveles emitidos no rebasaran los límites máximos permisibles: 86 dB (A) en vehículos de hasta 3,000 Kg, 92 dB (A) en automotores de 3,000 a 10,000 Kg y 99 dB (A) en automotores mayores a 10,000 Kg. Aunado a lo anterior, la maquinaria utilizada estará en buenas condiciones de mantenimiento por lo que no serán excesivas sus emisiones de ruido.

Descarga de aguas residuales y drenaje pluvial. Durante la preparación del sitio y construcción de las obras del proyecto se generaran aguas residuales de origen sanitario que serán manejadas y puestas a disposición final por una empresa arrendadora de sanitarios portátiles plenamente registrada antes las autoridades de la materia.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se colocarán contenedores temporales para los residuos sólidos urbanos posteriormente se trasladan al relleno sanitario municipal, durante la operación y mantenimiento los residuos serán trasladados al relleno sanitario municipal, los residuos peligrosos serán depositados en un almacén temporal de las empresas subcontratadas, posteriormente estas empresas contratarán a una empresa autorizada por la SEMARNAT.

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	2
III.1 Ordenamientos jurídicos federales	2
III.2 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)	11
III.3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas	26
III.4 Normas oficiales mexicanas	27
III.5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)	30
III.6 Otros instrumentos	32

TABLAS

Tabla III. 1. Vinculación con los artículos.	7
Tabla III. 2. Vinculación con los artículos.	9
Tabla III. 3. Vinculación con los criterios (CG)	12
Tabla III. 4. Vinculación con los criterios (CE)	16
Tabla III. 5. Características de la Región Ecológica 17.33, UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.	18
Tabla III. 6 Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.	18
Tabla III. 7. Estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo y su vinculación con el proyecto.	19
Tabla III. 8. Acciones de la UGA	24

FIGURAS

Figura III. 1 Ubicación del proyecto con respecto al Parque Nacional Tulum.	26
---	----

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.1 Ordenamientos jurídicos federales

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

Ley General de equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Artículo 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 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 alguno de las siguientes obras o actividades, requieran previamente la autorización en materia de impacto ambiental en la secretaria:

Fracción I: obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gaseoductos, carboductos y poliductos;

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

Fracción X: Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

Fracción XI: Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

Vinculación con el proyecto.

Debido a que el proyecto realizará un cambio de uso de suelo en terreno forestal, se presentará el documento técnico unificado en su modalidad B: Particular por el cambio de uso de suelo, vías generales de comunicación, se encuentra ubicado en zona costera pero la flora que se ubica en el sitio no presenta vegetación de tipo manglar o humedal, la vegetación que se encuentra en el predio es selva mediana subcaducifolia, así como, se localiza en los límites del área natural protegida de Tulum pero el proyecto solo le provocará afectaciones por el ruido que ocasionará, pero se tomarán las medidas necesarias para que esto sea lo mínimo, así como, que el proyecto que se pretende realizar es una avenida en la localidad de Tulum.

En el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), La Evaluación del Impacto Ambiental es un instrumento preventivo con el marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas de su realización. Destaca así mismo, las obras o actividades que se

deben someter al procedimiento de evaluación para obtener la autorización en materia de impacto ambiental mediante la presentación de un estudio de impacto ambiental.

Por lo tanto, cualquier persona física o moral que quiera o pretenda llevar a cabo alguna obra o actividad que pueda causar un desequilibrio ecológico de acuerdo con lo anterior deberán someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental para determinar el posible daño que pudiera generarse al ambiente. En base a lo anterior, el presente proyecto SE ARTICULA con la LGEEPA, ya que se establece la necesidad de la presentación de un estudio de impacto ambiental debido a que las obras y actividades que requieren someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental por tratarse de vías generales de comunicación y pretende un cambio de uso de suelo de áreas forestales, en consecuencia a la construcción de la carretera.

Vinculación con el proyecto

Los niveles de emisión de los equipos que se emplean para realizar la construcción del camino deberán verificarse conforme a la disposición estatal, deberá promoverse el mantenimiento de los equipos periódicamente.

Se pretende minimizar las emisiones a la atmosfera a partir de la realización de mantenimientos periódicos a todos y cada uno de los equipos que se emplearan en las actividades de transporte del material pétreo, desmonte, despalme, compactación y conformación del camino así como para las camionetas utilizadas durante las etapas de preparación y construcción para la supervisión del proyecto.

Durante las actividades y cerca de los frentes de trabajo establecidos se debe contar con letrinas portátiles donde se efectúen las actividades necesarias para controlar y disponer las aguas residuales que se generarán por el personal que laborará en esta etapa. Se debe contar con un programa de monitoreo de esta descarga como se indica en la legislación en materia de agua.

El proyecto permitirá aprovechar las fracciones de la roca fracturada para la conformación del camino, los residuos sólidos no peligrosos que serán generados dentro del sitio por las actividades del proyecto se manejarán en contenedores y serán dispuestos en el sitio de disposición final de las localidades cercanas.

Derivado de las actividades de operación y por los mantenimientos de los equipos e infraestructura instalada se generan residuos peligrosos para lo cual se contratará a empresas autorizadas para realizar su manejo que deberán ser supervisadas por el personal que realice la obra.

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

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

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

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

Los niveles de emisión de los equipos que se emplean para realizar el proyecto deberán verificarse conforme a la disposición estatal, deberá promoverse el mantenimiento de los equipos periódicamente.

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

Se pretende minimizar las emisiones a la atmósfera a partir de la realización de mantenimientos periódicos a todos y cada uno de los equipos que se emplearan en las actividades de transporte del material pétreo, desmonte, despalme.

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

III.- El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

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

Durante las actividades y cerca de los frentes de trabajo establecidos se debe contar con letrinas portátiles donde se efectúen las actividades necesarias para controlar y disponer las aguas residuales que se generaran por el personal que laborará en esta etapa.

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

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

Los residuos sólidos no peligrosos que serán generados dentro del predio por las actividades del proyecto se manejarán en contenedores y serán dispuestos en el sitio de disposición final de las localidades cercanas.

Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Derivado de las actividades de operación y por los mantenimientos de los equipos e infraestructura instalada se generarán residuos peligrosos para lo cual se contratará a empresas autorizadas para realizar su manejo que deberán ser supervisadas por el personal que realice la obra.

Trámite Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B con fecha 22 de diciembre de 2010.

Se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal. De acuerdo a las particularidades del proyecto en comento, le corresponde el trámite unificado modalidad B2, que aplica para obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la LGEEPA, excepto la prevista en la fracción V, que se refiere a aprovechamientos forestales, actividad que no se realizará dentro de este proyecto. Con base en lo señalado en el mismo D.O.F. artículo Séptimo, se elaboró el presente Documento Técnico Unificado, integrándolo con la información que prevé el Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, así como la indicada en el artículo 121, fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; para fines de este documento la fracción V se desarrolla en el Capítulo VIII, la IX en el Capítulo IX, la X en el Capítulo X, la XI en el Capítulo XI, la XIII en el Capítulo XII y la XIV en el Capítulo XIII; el Punto VIII del Artículo 13 del reglamento de la LGEEPA se presenta en el Capítulo XIV; de este documento técnico unificado.

Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del estado de Quintana Roo.

Artículo 24. La realización de las obras o actividades a que se refiere este artículo, se sujetara al procedimiento de evaluación de la manifestación de impacto ambiental, mismo que será autorizado por la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el Reglamento correspondiente.

Artículo 28. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 24 de esta ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría, una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, la descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Artículo 38. Los interesados en la realización de obras o actividades que requieran de la autorización de la Federación, en materia de impacto ambiental, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, deberán hacer del conocimiento de la Secretaría, la resolución favorable expedida por la autoridad competente, mediante un aviso que deberá presentarse, cuando menos 15 días hábiles antes del inicio de las obras o actividades que se pretendan llevar a cabo.

Artículo 103.- Las emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas, que provengan de fuentes fijas y móviles de competencia estatal o municipal, que puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, deben apegarse a las previsiones de esta ley, de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, de la Ley General y normas oficiales mexicanas.

Artículo 104.- Las fuentes fijas generadoras de emisiones a la atmósfera deberán obtener ante la autoridad competente la licencia de funcionamiento para fuentes generadoras de emisiones a la atmósfera, de conformidad con el reglamento de la materia.

Artículo 105.- Para la prevención y control de la contaminación a la atmósfera, se considerará como criterio que las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y del equilibrio ecológico.

Vinculación con el proyecto.

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

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;

II. Aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales;

III. Establecimiento de plantaciones forestales comerciales en superficies mayores de 800 hectáreas, excepto aquéllas en terrenos forestales temporales, y

IV. Colecta y usos con fines comerciales o de investigación de los recursos genéticos.

Artículo 117. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales 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 del 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. Estos estudios se deberán considera en conjunto y no de manera aislada.

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

Vinculación con el proyecto.

El proyecto no considera realizar el aprovechamiento de recursos forestales maderables; los residuos vegetales que se generen serán trazados y depositaos en áreas existentes de vegetación para apartar nutrimentos al suelo del sitio durante la descomposición. Es por eso que se presentará este documento técnico unificado por el cambio de uso de uso en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo.

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

Tabla III. 1. Vinculación con los artículos.

Artículo	Que indica	Vinculación con el proyecto
Art. 18	Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en organicos e inorgánicos.	En el programa de orden y limpieza que se implementara 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 de aceite y filtros de aceite,
Art. 41	Los RP... deberá de manejarlos de manera segura y ambientalmente...	
Art. 42	Los generadores y... Contratar emresas con autorizaciones para el manejo de residuos.	
Art. 45	Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos	

Art. 54	de conformidad... Evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales.	residuos de pintura y de emulsion asfáltica, 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.
----------------	--	---

Ley General de Vida Silvestre

Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Artículo 29. Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

Artículo 30. El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre mencionada en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.

Artículo 63. La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público. Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial.

Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración. La Secretaría podrá establecer, mediante acuerdo Secretarial, hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, cuando se trate de:

- a) Áreas específicas dentro de la superficie en la cual se distribuya una especie o población en riesgo al momento de ser listada, en las cuales se desarrollen procesos biológicos esenciales para su conservación.

b) Áreas específicas que debido a los procesos de deterioro han disminuido drásticamente su superficie, pero que aún albergan una significativa concentración de biodiversidad.

c) Áreas específicas en las que existe un ecosistema en riesgo de desaparecer, si siguen actuando los factores que lo han llevado a reducir su superficie histórica.

d) Áreas específicas en las que se desarrollen procesos biológicos esenciales, y existan especies sensibles a riesgos específicos, como cierto tipo de contaminación, ya sea física, química o acústica, o riesgo de colisiones con vehículos terrestres o acuáticos, que puedan llevar a afectar las poblaciones.

Vinculación con el proyecto

El proyecto fragmentará la flora y la fauna de la zona por el trazo del camino por lo que deberán ser minimizadas o compensadas las afectaciones instaurando áreas de amortiguamiento perimetrales a los costados del talud, además durante las actividades constructivas del proyecto se contará con la supervisión permanente por personal capacitado que evite la afectación excesiva o fuera de autorización del área requerida. Del mismo modo serán instaurados paso (s) de fauna que logren una mayor conectividad entre las zonas conservadas.

Reglamento la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Capítulo II: De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental.

Tabla III. 2. Vinculación con los artículos.

Artículo	Que indica	Vinculación con el proyecto
Art. 5	Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la secretaria en materia de impacto ambiental: B) Vías generales de comunicación. 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	Por lo que se presenta el actual documento técnico unificado modalidad B, para obtener el permiso en materia de impacto ambiental ya que el proyecto es considerado una vía general de comunicación. El presente documento

	infraestructura urbana, de vías generales de comunicación, o para el establecimiento de instalaciones industriales o de servicios en predios con vegetación forestal....	se desarrolla con los términos señalados en este artículo.
Art. 9	Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda.	
Art. 10	Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades. I. Regional II. Particular	

Reglamento de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo 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.

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

Vinculación con el proyecto.

Es por eso que para la realización de este proyecto se presentará un documento técnico unificado por el cambio de uso de uso en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo.

Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos

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 contratarse con empresas autorizadas.

Vinculación con el proyecto.

*Es por eso que para la realización de este proyecto se presentará el procedimiento para el manejo de residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial los cuales se encuentran en el **Anexo 5** del presente documento.*

Reglamento de LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera

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

Vinculación con el proyecto.

Para dar cumplimiento al reglamento se aplicarán las medidas necesarias de prevención y mitigación, un ejemplo de esto es que los vehículos que se utilicen deberán contar con la verificación vehicular vigente.

Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido

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

III.2 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tulum 2015.

Tomando como base lo establecido en el Artículo 20 bis 4 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tulum tiene por objeto:

- Determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales, y de las tecnologías utilizadas por los habitantes del área de que se trate;
- Regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos, y
- Establecer los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA DE APLICACIÓN GENERAL.

En total se determinaron 30 criterios de regulación ecológica de carácter general, 187 criterios de carácter específico cuya aplicación particular depende del uso del suelo pretendido. Los criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Tulum, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

Tabla III. 3. Vinculación con los criterios (CG)

Criterio	Que indica	Vinculación con el proyecto
CG-12	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de materiales para la construcción autorizados por la autoridad competente.	Se pretende que el proveedor de materiales pétreos cumpla con lo estipulado en este criterio.
CG-17	La apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población está condicionada a la obtención de las autorizaciones correspondiente.	El proyecto se encuentra en un área urbanizable, por lo que es congruente con este criterio.
CG-19	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su	Se tomaran las medidas necesarias para evitar cualquier derrame sobre el suelo, en el sitio no ha cuerpos de agua que pudiesen ser afectados.

Criterio	Que indica	Vinculación con el proyecto
	<p>caso, corrección, que aplicará en cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.</p>	
CG-20	<p>Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.</p>	<p>El proyecto considera medidas para evitar la contaminación por residuos peligrosos.</p>
CG-22	<p>Las obras de infraestructura, comunicación o equipamiento de interés público regional, sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Tulum y del Gobierno del Estado de Quintana Roo, a través de la Secretaría de Medio Ambiente, siempre y cuando se garantice la no alteración de los flujos subterráneos y superficiales, se contemplen medidas de protección a la fauna y sean compatibles con las estrategias de cada UGA en la que se pretenda realizar.</p>	<p>Se realizarán todos los tramites correspondientes para el desarrollo del proyecto.</p>
CG-24	<p>Los proyectos de infraestructura deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos y</p>	<p>El proyecto contempla los estudios pertinentes previos al inicio del proyecto, con el fin de garantizar su viabilidad</p>

Criterio	Que indica	Vinculación con el proyecto
	<p>un estudio geo hidrológico, en las áreas en donde se desplantarán edificaciones que requieran cualquier tipo de cimentación de concreto o similar. Esto con la finalidad de evitar alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos.</p>	<p>economica y estructural.</p>
CG-25	<p>En la apertura de vialidades o caminos de acceso se deberá considerar el establecimiento de estructuras que permitan el libre tránsito de la fauna silvestre bajo alguna categoría de protección. El diseño y cantidad de los mismos se deberán presentar a la autoridad correspondiente en la manifestación de impacto ambiental o documento técnico unificado, junto con el estudio de la fauna silvestre incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrada en el Sistema Ambiental definido para el proyecto.</p>	<p>El proyecto contempla en su diseño la permanencia de camellones de vegetación además se contará con estructuras para que los automovilistas disminuyan su velocidad y permitan el paso de la fauna.</p>
CG-26	<p>Durante la etapa de construcción de cualquier proyecto que se pretenda establecer y que requiera el establecimiento de campamentos temporales para trabajadores de la construcción, estos deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos</p>	<p>Debido a que el proyecto se localiza prácticamente en el área urbana de Tulum, no se requiere de el establecimiento de campamentos.</p>

Criterio	Que indica	Vinculación con el proyecto
	<p>peligrosos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.</p>	
CG-27	<p>No se deberá quemar ningún residuo ni se permitirá la disposición en sitios no autorizados, incluidos los residuos de manejo especial, para lo cual se exhibirá el comprobante que acredite la cantidad de material recibido, la fecha y el lugar de depósito</p>	<p>No se permitirá la quema de residuos, en el caso de los residuos procedentes de la remoción de la vegetación, estos serán trozados y dispersados en los camellones.</p>
CG-28	<p>En todas las Unidades de Gestión Ambiental colindantes con la Carretera Federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez, se permitirán obras de infraestructura relacionadas con la mejora, mantenimiento y en su caso ampliación de las mismas, debiendo cumplir, en todo momento con las disposiciones previstas en la LGEEPA. En caso de que dichas obras constituyan la instalación de un nuevo sistema de transporte, este se podrá llevar a cabo siempre y cuando el estudio en materia ambiental o documento técnico unificado, considere medidas de mitigación para favorecer corredores biológicos y un estudio de mecánica de suelos y geohidrológico para asegurar la no afectación de ríos subterráneos.</p>	<p>El proyecto se apega con lo dispuesto en la LGEEPA, se consideran estudios pertinentes previo al inicio del proyecto.</p>
CG-29	<p>Durante el proceso de obra, la infraestructura temporal como casetas, oficinas y almacenes, deberán ser de fácil montaje y desmontaje e instaladas en áreas</p>	<p>En caso de requerir infraestructura temporal, se considerará que sean de fácil montaje y desmontaje.</p>

Criterio	Que indica	Vinculación con el proyecto
	previamente impactadas o donde se prevea construir.	

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA DE CARÁCTER ESPECÍFICO.

Los criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Tulum, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares. Los criterios de carácter específico se organizaron según el uso de suelo o actividad que se pretende regular, por lo tanto se constituyeron 10 clases o grupos que integran un total de 187 criterios ecológicos específicos.

A continuación se presentan los criterios que solo le competen al proyecto.

Tabla III. 4. Vinculación con los criterios (CE).

Criterio	Que indica	Vinculación con el proyecto
TUA-6	<p>Los nuevos caminos de acceso y vialidades interiores deberán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prever medidas para evitar la interrupción del flujo hidrológico superficial, como pasos elevados, secciones piloteadas, alcantarillas o pedraplenes. • Tener un anchura máxima de 6 metros • Contar con límites de velocidad y señalización para evitar el atropello de fauna. • Contar con pasos de fauna en los términos señalados en el CG-25. La superficie que ocupe el camino se restará proporcionalmente a la superficie de aprovechamiento permitida para cada predio que atraviese. 	La construcción de la avenida cumplirá lo descrito en este criterio.

TUA-14	El promovente de deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de los componentes del proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual. Dicha zonificación deberá garantizar la conectividad de ecosistemas a través del establecimiento de corredores biológicos dentro del predio.	El proyecto cumple con este criterio.
TUC-38	En todas sus fases -construcción, operación y mantenimiento- el desarrollo deberá contar con un programa de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente o refuerce los fines de los demás programas aplicables al proyecto	El proyecto cumple con este criterio.
TUC-49	Las calles, carreteras, estacionamientos, pistas y otros sitios de tránsito y aparcamiento deberán ser construidas de tal manera que la superficie de rodamiento sea impermeable, para prevenir la lixiviación de hidrocarburos y/o otras sustancias que puedan provenir de los vehículos concurrentes en dichas instalaciones. Adicionalmente se deberá contar con las medidas de drenaje y alcantarillado correspondientes que permitan la recarga artificial de acuífero.	El proyecto cumple con este criterio.
TUC-50	Los proyectos deberán contar con un plan integral de manejo del agua durante las etapas de construcción y operación.	el agua que se utiliza durante la etapas del proyecto será suministrada por medio de pipas y se tendrá un control para evitar el desperdicio del agua.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

No obstante a la ubicación del proyecto en el ordenamiento anterior, también se encuentra inmerso dentro del POEGT, tal como se puede observar a continuación.

Tabla III. 5. Características de la Región Ecológica 17.33, UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

	REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33 Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.	
	Localización: Oeste, centro, norte y este de Yucatán, Centro, norte y noroeste de Quintana Roo.	
Superficie en Km²: 59,542.35 Km²	Población Total: 2,982,494 hab	Población indígena: Maya
Estado Actual del Medio Ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.		
Escenario al 2033: Inestable a crítico.		
Política ambiental: Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.		
Prioridad de atención: Alta.		

Tabla III. 6 Política y estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
62	Preservación	Desarrollo Social-	Agricultura-	Pueblos	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,

	de Flora y Fauna- Turismo	Forestal	Ganadería	Indígenas	9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.
--	---------------------------	----------	-----------	-----------	--

Tabla III. 7. Estrategias sectoriales de la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo y su vinculación con el proyecto.

ESTRATEGIA. UAB 62	
Grupo I. Dirigidas a lograr las sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	<p>1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. Vinculación: <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales para la construcción del de la avenida Tulum.</i></p> <p>2. Recuperación de especies en riesgo. Vinculación: <i>No aplica al proyecto; ya que esté no afectara de manera estricta especies en riesgo. De hecho dentro del área de estudio únicamente se registraron algunos escasos ejemplares de flora catalogada en algún estatus de riesgo como <i>Thrinax radiata</i>.</i></p> <p>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. Vinculación: <i>No aplica de manera estricta al proyecto; ya que este consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum. No obstante, como parte de los resultados del presente estudio revela datos acerca de la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área de afectación por CUSTF. Lo anterior, indica que el presente estudio contribuye con el conocimiento acerca del ecosistema y su diversidad en el área de estudio.</i></p>
B) Aprovechamiento sustentable	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. Vinculación: <i>No aplica la presente estrategia; ya que el proyecto no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos. El proyecto en sí, consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y</p>

	<p>pecuarios. Vinculación: <i>No aplica al proyecto; ya que no se pretende realizar el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas ni pecuarios.</i></p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. Vinculación: <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum..</i></p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. Vinculación: <i>No aplica; ya que el proyecto no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de los recursos forestales.</i></p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales. Vinculación: <i>No aplica; ya que el proyecto no se ubica en ecosistemas cuyos servicios ambientales sean de gran relevancia para la región.</i></p>
<p>C) Protección de los recursos naturales</p>	<p>9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. Vinculación: <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p> <p>10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. Vinculación: <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p> <p>11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. Vinculación: <i>No aplica. El proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p> <p>12. Protección de los ecosistemas. Vinculación: <i>No aplica de manera estricta; pero de manera paralela el proyecto realizara programas de rescate y reubicación y de conservación de la fauna.</i></p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. Vinculación: <i>No aplica; ya que el proyecto consiste en el</i></p>

ESTRATEGIA. UAB 62	
	<i>CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i>
D) Restauración	<p>14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas. Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum, sin embargo, el proyecto aplicara un Programa de rescate y reubicación de especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF. Sin duda alguna, la aplicación de este programa y las actividades descritas en la misma contribuirán a la restauración del ecosistema forestal y del suelo de la región.</i></p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	<p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p> <p>23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional). Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D)Infraestructura equipamiento urbano regional y y	<p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. Vinculación: <i>Aplica para este proyecto, ya que la construcción de la avenida Tulum, impulsará la construcción de fraccionamientos e industrias.</i></p> <p>32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y</p>

ESTRATEGIA. UAB 62

	<p>aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p> <p>Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p>
E) Desarrollo social	<p>36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p>Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum y no un proyecto agroalimentario.</i></p> <p>37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum y no un proyecto agrícola.</i></p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum; sin embargo, el proyecto generara fuentes de empleo temporal y permanente en beneficio de los habitantes de la región contribuyendo a la mejora en la economía familiar.</i></p> <p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores</p>

ESTRATEGIA. UAB 62	
	<p>índices de marginación.</p> <p>Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p> <p>Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción del aeródromo de Playa del Carmen.</i></p>
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	<p>42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p> <p>Vinculación: <i>No aplica; ya que el predio donde se pretende realizar el proyecto cuenta con su escritura y documentación correspondiente; siendo estos medios que demuestran una certeza legal del predio.</i></p>
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum.</i></p> <p>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p> <p>Vinculación: <i>No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en el CUSTF para la construcción de la avenida Tulum. Pero el área que ocupa el proyecto ha sido objeto de ordenamiento territorial municipal, tan es así que se encuentra dentro del UGA 5 Corredor cárstico del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS).</i></p>

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)

El proyecto también se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, por lo tanto, la unidad de gestión ambiental correspondiente de la ubicación del proyecto, así como la política y criterios ambientales aplicables al desarrollo del proyecto se presenta a continuación:

Unidad de Gestión Ambiental #:139

Tipo de UGA	Regional	
Nombre:	Solidaridad	
Municipio:	Solidaridad	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	135,237 Habitantes	
Superficie:	327,229.174 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial	Presente	
Puerto Pesquero		
Nota:		

A esta UGA le aplican Acciones Generales y las Acciones Específicas.

A continuación se presentan las acciones generales que solo le competen al proyecto en cuestión con su respectiva vinculación con el proyecto.

Tabla III. 8. Acciones de la UGA

Acciones	Que indica	Vinculación con el proyecto
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	La construcción de esta avenida tiene como objetivo el mejorar la comunicación y minimizar el tráfico.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	La construcción de la avenida tendrá medidas para mitigar la modificación del comportamiento hidrológico.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original	El presente estudio tendrá entre sus anexos programas de restauración y rescate

Acciones	Que indica	Vinculación con el proyecto
	para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	de fauna.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El presente estudio tendrá entre sus anexos programas de restauración y rescate de fauna.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	La construcción de esta avenida tiene como objetivo el mejorar la comunicación y minimizar el tráfico.

Programa Estatal de Ordenamiento Territorial.

El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT) con el que hoy cuenta Quintana Roo, se realizó a partir de estrategias de planificación de uso del suelo en las escalas locales, que se combinan con estrategias de desarrollo regional y de integración territorial de actuación, donde el territorio funciona como elemento integrador y estructurante. El PEOT busca promover patrones sustentables de ocupación y aprovechamiento del territorio.

La obligatoriedad en el cumplimiento de dichos programas deberá cumplirse con el fin de promover un crecimiento estatal de manera ordenada, que favorezca el desarrollo de los municipios, y mejorando por tanto las condiciones de vida, pero siempre tomando en cuenta la protección y preservación del entorno natural.

Quintana Roo cuenta con un capital natural valioso en sus 50 mil 483 km² de extensión territorial y sus 900 kilómetros de litoral costero. Frente a sus costas se extiende parte de la segunda cadena arrecifal más importante del mundo. Cuenta también con más de tres millones de hectáreas de superficie forestal de alta diversidad biológica, un medio natural de extraordinaria belleza y gran fragilidad, así como con una gran cantidad de cenotes y lagunas producto de la particular conformación geológica del territorio peninsular. Los avances alcanzados en materia de Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) y áreas naturales protegidas, son reconocidos nacionalmente.

La estrecha interrelación y concurrencia de regulaciones, normatividad y de la planeación ambiental con lo urbano y con el ordenamiento territorial, genera confusiones y problemas de interpretación y aplicación. Por tanto, este Plan Estatal de Desarrollo tiene como meta que Quintana Roo se líder nacional en la restauración, protección, conservación y aprovechamiento racional de sus recursos naturales, donde el desarrollo económico, turístico y urbano, se lleve conforme a reglas claras y precisas establecidas en los programas de ordenamiento ecológico territorial y en los planes de manejo de las áreas naturales protegidas, por medio de Fomentar una

cultura ecológica que anteponga el cuidado del entorno y la preservación ambiental, en la toma de decisiones en todos los niveles y sectores.

El cumplimiento de esto último, requiere la implementación de estrategias como:

- Fortalecimiento de los instrumentos de planeación ambiental que garanticen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- Aplicación estricta de la legislación ambiental.
- Ordenamiento ecológico del territorio en todo el estado.
- Consolidación y creación de nuevas áreas naturales protegidas.
- Fomento de una cultura de responsabilidad ambiental.
- Fortalecimiento de las acciones de protección ambiental.

III.3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

El proyecto estará colindante al Parque Nacional Tulum decretado el 23 de abril de 1981, el cual tiene una extensión de 6.643,213.00 m², por lo que, para la construcción de la avenida se pretenden realizar medidas necesarias para que la perturbación hacia la flora y fauna del parque nacional sea mínima (Figura 3.1).

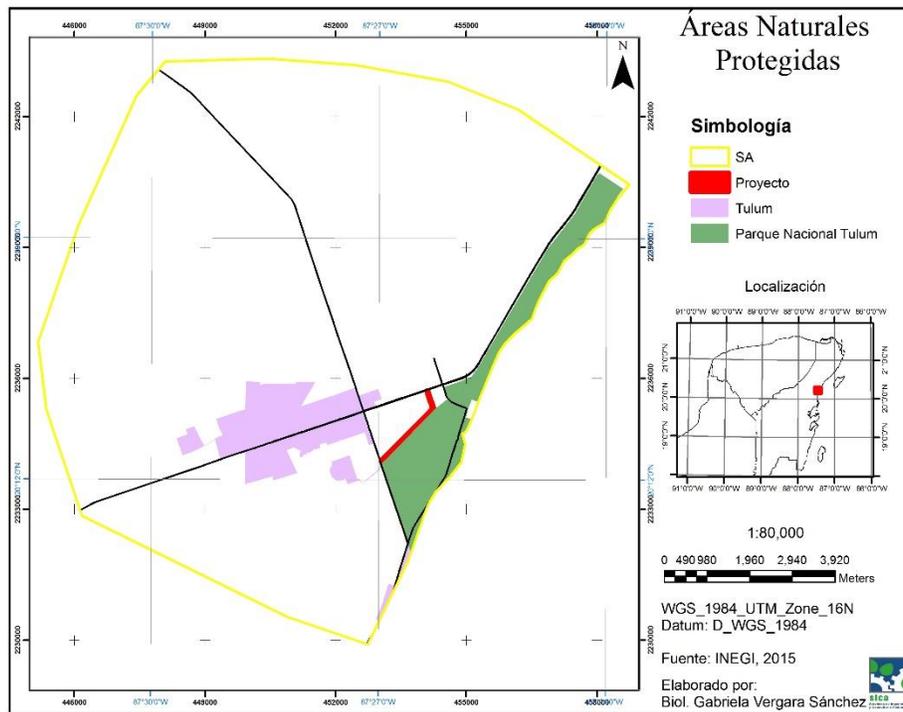


Figura III. 1 Ubicación del proyecto con respecto al Parque Nacional Tulum.

Aunque no se afectará se consideran medidas de prevención así como procedimientos destinados a prevenir cualquier eventualidad.

III.4 Normas oficiales mexicanas

Contaminación del agua

- NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Vinculación del proyecto.

El proyecto evitará las descargas sanitarias mediante el uso de sanitarios portátiles secos. En la MM1 se detalla la contratación de una empresa que rente este tipo de sanitarios para colocarlos en los frentes de obra, mínimo 2, y se moverán cuando el frente avance 500 m. serán vaciados al mes por la empresa que los rente. La cámara receptora deberá contener un inoculador que favorezca la mineralización de las heces de forma rápida.

Contaminación del Aire

- NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-045-SEMARNAT-2006. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.
- NOM-050-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
- NOM-052-SEMARNAT-1993. 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.

Vinculación del proyecto.

Como el proyecto se trata precisamente de la construcción de una carretera, los vehículos dedicados a la construcción quedan exentos.

El promovente será responsable de vigilar que el contratista que ejecute la obra, establezca los procedimientos necesarios para dar cumplimiento a esta norma y los reglamentos correspondientes para el manejo de residuos peligrosos semanalmente se deberá entregar todos los residuos como latas vacías con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes, estopa impregnada de grasas o pilas a una empresa que cuente con los permisos correspondientes, para manejo de residuos peligrosos. En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburo, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM-138-

SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será el contratista, bajo la supervisión del promovente, el responsable de su manejo y la actuación deberá ser inmediata. Para el concurso los contratistas deberán presentar los mecanismos que utilizarán para dar cumplimiento con esta norma y las leyes al respecto.

En el frente de obra estará presente un técnico en química industrial o quien designe el contratista, con capacidad para reconocer los residuos peligrosos y que observe que en todo caso se separe los residuos, sean depositados en un bote cerrado; los residuos serán envasados por separado y cada semana entregados a la empresa que vaya a recogerlos al frente.

Contaminación por ruido

- NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (D. O. F. 13 de enero de 1995).
- NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- NOM-085-SEMARNAT-1994. La contaminación atmosférica-fuentes fijas.-para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmosfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

Vinculación del proyecto.

Para el equipo destinado a las actividades de construcción se buscara atenuar estos impactos mediante un mantenimiento adecuado al equipo y se revisarán las fechas y horarios en que se generen mayores niveles de ruido y se buscará su mitigación mediante la aplicación de la MM1. En la medida de lo posible, se evitará la emisión de ruidos fuertes.

Los niveles de ruido esperados están en el rango de cumplimiento para la NOM-081-SEMARNAT-1994.

En todo caso, el contratista cumplirá la MM1, durante el monitoreo se llevarán a cabo evaluaciones de ruido bimestrales y se informará de sus resultados a las autoridades municipales y federales. En caso de exceder los valores permisibles se indicarán las adecuaciones que emplee para corregir dichas excedencias.

En los ecosistemas considerados como conservados y medianamente frágiles no se producirán ruidos mayores a 70dB y ruidos entre 60 y 70 dB no podrán producirse en periodos mayores a 3 minutos.

No se colocará este tipo de maquinaria como apoyo a la obra ya que tanto los triturados como el asfalto se comprarán en bancos ya establecidos con operación comercial, que deberán tener documentada el cumplimiento de estas normas.

Contaminación del suelo

- NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Vinculación del proyecto.

Las mezclas asfálticas necesarias para la construcción serán compradas a un proveedor autorizado de la región, quien tendrá que presentar ante el promovente los permisos vigentes y será responsable del suministro y transporte del producto. El promovente verificará que los transportes utilizados no tengan fuga y en caso de derrame accidental fuera de la línea de cerros, durante la colocación de la liga asfáltica se procederá de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.

En la MM1 se contempló que el contratista, bajo supervisión del promovente será la responsable de determinar los mecanismos necesarios para el manejo adecuado de los residuos peligrosos y se encargará de las acciones de urgente aplicación en caso de algún derrame de hidrocarburos.

Recursos Naturales

- NOM-005-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.
- NOM-007-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.
- NOM-025-SEMARNAT-1995. Establece las características que deben de tener los medios e marcado de la madera en rollo, así como los lineamientos para su uso y control.
- NOM-060-SEMARNAT-1994. Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.
- NOM-061-SEMARNAT-1994. Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestre por el aprovechamiento forestal.
- NOM-062-SEMARNAT-1994. Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y agropecuarios.

Vinculación del proyecto.

No es de observancia obligatoria para esta obra, debido a que no se realizará aprovechamiento forestal.

Se recuperarán juveniles, previo al desmonte y estas se utilizarán para obras de reforestación según se señala en la MM3, pero no se comercializarán para las obras de reforestación, según se señala en la MM6.

En el presente proyecto no se realizara el aprovechamiento ni comercialización de plantas completas o sus partes, sin embargo, como parte del programa de protección, rescate y recuperación de la vegetación, se contempla el rescate y transplante de ejemplares.

En lo que corresponde al manejo de semillas, durante las actividades de reforestación, se seguirá lo establecido en la sección 4.1.6 de la NOM-007-SEMARNAT-1997.

En el presente proyecto no se realizará el aprovechamiento ni comercialización de madera en rollo. Por el desmonte de 78,589.94 m² de vegetación de selva se llevará a cabo dicho marcaje, con el propósito de controlar el destino y transporte de la madera.

Especies protegidas

- NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de la flora y fauna silvestre-categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Vinculación del proyecto.

Se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el sitio, como se describe en la sección de Flora y Fauna del Capítulo IV.

*En el área delimitada para el CUSTF se distribuye 2 especies de flora bajo esta norma que serán objeto de rescate, *Thrinax radiata* y *Pseudophoenix sargentii* ambas catalogadas como Amenazadas, en cuanto a la fauna se registró solamente una especie correspondiente a *Ctenosaura similis* catalogada como Amenazada.*

III.5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

Plan Estatal de Desarrollo del estado de Quintana Roo (2011-2016).

El plan estatal de desarrollo 2011-2016 de Quintana Roo, desarrollado por el actual gobierno, tiene como objetivo estratégico: armoniza el crecimiento y la distribución territorial de la población con las exigencias del desarrollo sustentable, para mejorar la calidad de vida de los quintanarroenses y fomentar el equilibrio de las regiones del Estado.

El Plan Estatal de desarrollo de Quintana Roo (2011-2016) menciona que la infraestructura carretera actual tiene una longitud de 5 mil 500 kilómetros y 5 recintos aduanales. Para aprovechar su condición fronteriza, se precisa del desarrollo de infraestructura de transporte, aduanera y de control sanitario y de migración acorde a un esquema de libre movilización de los productos.

Así mismo, en el Capítulo II, subcapítulo II.2, Estrategia 3, numeral II.2.3.1. considera el promover el desarrollo de infraestructura de apoyo a las actividades económicas mediante la **modernización, ampliación y conservación de la red carretera**, portuaria y aeroportuaria, que garanticen el desarrollo económico-social de cada región del estado y su integración a los mercados regionales, nacionales e internacionales con altos niveles de confiabilidad, oportunidad, eficiencia y sustentabilidad.

Vinculación del proyecto.

El proyecto es congruente con lo mencionado anteriormente, pues corresponde con los objetivos planteados. Ya que el proyecto promueve la modernización y el acceso a áreas para nuevos fraccionamientos.

Plan municipal de Desarrollo Solidaridad Quintana Roo (2006-2030)

3.3.14. Estructura Vial: Disposiciones Específicas para la Planeación de Vías Urbanas

Para la elaboración de estudios de infraestructura vial sea para implementación o análisis de las existentes, se deberá cumplir lo que establece el Reglamento de Construcción del Municipio de Solidaridad, vigente y las autoridades correspondientes de Tulum, además deberá cumplir con las siguientes consideraciones:

- En la intersección con caminos federales así como sus accesos, requiere autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), tanto para la construcción, modificación o ampliación en el derecho de vía. Además esta dependencia podrá prever la construcción de los libramientos necesarios que eviten el tránsito pesado por las poblaciones.
- Se requerirá de estudios de Mecánica de Suelo, de Imagen Urbana y un dictamen de congruencia emitido por la Secretaria de Infraestructura y Transporte (SINTRA) para las siguientes acciones:
 - a) Puentes vehiculares y peatonales sobre vías primarias y secundarias.
 - b) Apertura y prolongación de primarias y secundarias a ubicarse fuera de los límites del centro de población.
 - c) Entronques e intersecciones de nuevas vías con las primarias existentes sean intraurbanas o interurbanas.

Vinculación del proyecto.

El proyecto en cuestión es sinérgico a este Plan ya que el diseño de la avenida permitirá el acceso a áreas que más adelante se puedan utilizar para construir fraccionamientos.

III.6 Otros instrumentos

Zona de monumentos arqueológicos el área conocida como Tulum-Tancah, ubicada en el Municipio de Cozumel, Q. Roo.

Este decreto tiene la consigna de la preservación de legado arqueológico de la zona Tulum-Tancah, no obstante, el proyecto no afectara directamente esta zona, en cuanto a afectaciones indirectas como el ruido y dispersión de residuos sólidos urbanos, se tomarán las medidas necesarias para prevenirlos o mitigarlos como se observa en el Capítulo VII.

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....	3
IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto	3
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA).....	5
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA	5
IV.2.1.1 Medio abiótico	6
IV.2.1.2 Hidrología superficial y subterránea	10
IV.2.1.3 Aspectos bióticos	11
Riqueza y abundancia faunística en el predio bajo estudio.	32
Diversidad y equidad por grupo faunístico.....	33
IV.2.1.4 Medio socioeconómico.....	37
IV.2.1.5 Paisaje	38
IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto	39
IV.4 Diagnóstico ambiental.....	50

TABLAS

Tabla VI. 1 Temperatura Media Anual del municipio de Tulum	6
Tabla VI. 2 Listado de especies registradas.....	15
Tabla VI. 3 Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo.....	17
Tabla VI. 4 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio.	19
Tabla VI. 5 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio bajo estudio.....	20
Tabla VI. 6 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el predio bajo estudio.	20
Tabla VI. 7 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.	21
Tabla VI. 8 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.....	22
Tabla VI. 9 Estimación del VIR de las especies del estrato arbóreo.	23
Tabla VI. 10 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio.	24
Tabla VI. 11 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato arbóreo del predio bajo estudio.....	25
Tabla VI. 12 Listado de especies endémicas.	26
Tabla VI. 13 Comparativo de la fauna silvestre regional y local.	27
Tabla VI. 14 Coordenadas de los Transectos lineales trazados dentro del predio.....	28
Tabla VI. 15 Las especies verificadas se enlistan a continuación:	31
Tabla VI. 16 Riqueza y abundancia de especies de los grupos de fauna silvestre registradas en el predio bajo estudio.....	33
Tabla VI. 17 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de reptiles del predio bajo estudio.	33

Tabla VI. 18 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.....34

Tabla VI. 19 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de las aves del predio bajo estudio.34

Tabla VI. 20 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.....35

Tabla VI. 21 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de los mamíferos del predio bajo estudio.....35

Tabla VI. 22 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos dentro del predio bajo estudio.36

Tabla VI. 23 Valores de calidad del agua en la zona donde se realizará el proyecto.....44

Tabla VI. 24 Biomasa forestal y contenida de carbono por hectárea presente en el predio en donde se solicita cambio de uso del suelo.47

FIGURAS

Figura IV. 1 Sistema Ambiental del proyecto de la construcción de la avenida Tulum.....4

Figura IV. 2 Áreas de afectación5

Figura IV. 3 Temperatura Media Anual del municipio de Tulum.....7

Figura IV. 4 Temperatura y Precipitación media anual el municipio de Tulum7

Figura IV. 5 Precipitación del municipio de Tulum.....8

Figura IV. 6 Tipo de suelo del municipio de Tulum.....10

Figura IV. 7 Ubicación del proyecto en la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV.12

Figura IV. 8 Toma de datos en los sitios de muestreo.14

Figura IV. 9 Toma de datos en los sitios de muestreo.14

Figura IV. 10 Flora representativa del sitio.....14

Figura IV. 11 Porcentaje de las especies registradas en cada estrato en los sitios de muestreo.17

Figura IV. 12 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del área de estudio.18

Figura IV. 13 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del área de estudio.....21

Figura IV. 14 Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo encontrado dentro del área de estudio.....24

Figura IV. 15 Transectos en línea trazados dentro del predio bajo estudio (en amarillo se observa en transecto 1 y en rojo se observa en transecto 2).....28

Figura IV. 16 Riqueza específica y abundancia de vertebrados terrestres.....33

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

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

El aspecto ecológico del ambiente se circunscribe a la flora, fauna, agua, tierra y aire, siendo solo una parte del 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 delimito 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.
- Áreas Naturales Protegidas
- Unidades climáticas.
- Unidades edafológicas.
- Sistema de Topoformas.
- Hidrología Superficial.
- Uso de suelo 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 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. (Figura VI.1)

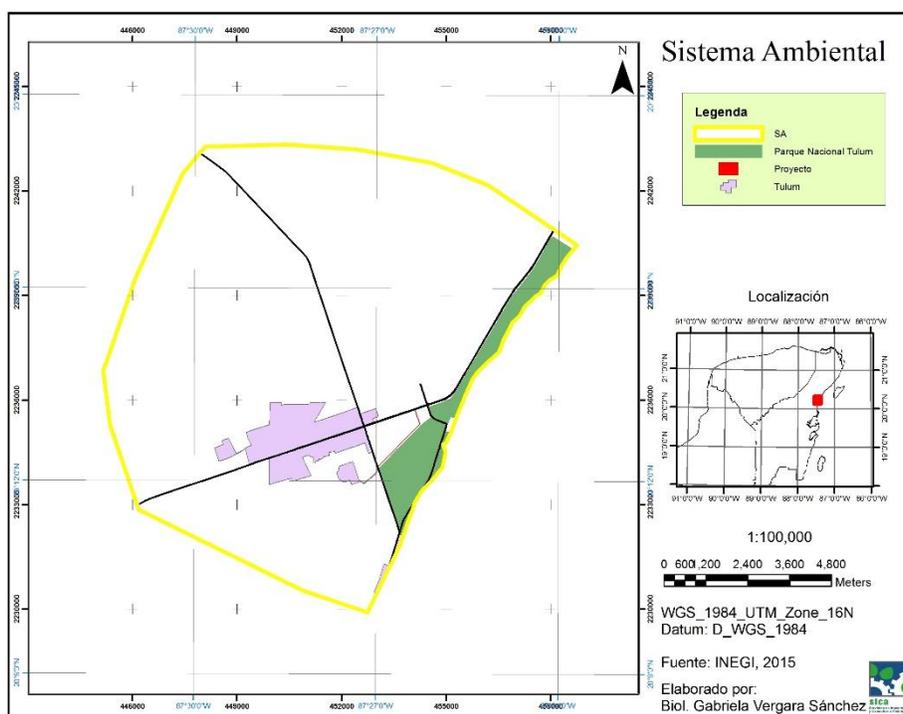


Figura IV. 1 Sistema Ambiental del proyecto de la construcción de la avenida Tulum

Las afectaciones directas están dentro del área de construcción y en los límites inmediatos a esta. Es importante mencionar que las afectaciones directas involucran de cierta forma más de 1000 metros a los alrededores del predio, debido a que durante la construcción del proyecto habrá maquinaria cuyas afectaciones rebasaran 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 mencionaran 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 al resto del predio y a los atributos del sistema ambiental se definieron estas dimensiones (Figura IV.2).

Las afectaciones se describen de la siguiente manera:

- Ruido 1000 m el cual produce mayor desplazamiento, reducción de áreas y actividad y un bajo éxito reproductivo, lo que está asociado a pérdida del oído, aumento de las hormonas del estrés, comportamientos alterados e interferencias en la comunicación durante la época reproductiva.
- Ruido y visual 400 m en algunas ocasiones por el cambio de horario tiende a anochecer más temprano, y por lo tanto se encenderán las luces de algunos vehículos que maniobran sobre el área de construcción y colindantes, impactan negativamente a la fauna silvestre. Algunos animales tienden a alejarse de las luces artificiales, mientras que otros pueden ser atraídos por las luces.

- Afectación física 40 m en la cual se refiere que las estructuras y basura física, como latas, vidrio, cascajo, llantas, y otros, pueden favorecer a algunos animales, como roedores, insectos y lagartijas, lo que puede traer a otro tipo de fauna, ocasionando un incremento en el índice de daño.
- Afectación biológica 20 m, en la cual Residuos arrojados desde los vehículos y personal que labora o bien tiraderos clandestinos pueden generar impactos negativos de distinta índole, favoreciendo la generación de fauna nociva. Esto ocasionaría un incremento de fauna atropellada de animales atraídos por restos orgánicos e incluso podría representar un problema de seguridad vial y salud humana.
- Afectación por obras 10 m, en la que las actividades directas de la construcción afectan al ambiente, todo se puede reducir con una adecuada supervisión ambiental.



Figura IV. 2 Áreas de afectación

Una vez delimitado el Sistema Ambiental en el que se desarrollara el proyecto, y expuestas las áreas de afectación del proyecto, a continuación se presenta una descripción de las condiciones físicas y bióticas de la zona.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)

IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

En términos generales, el SA en donde se encuentra inmerso el proyecto se encuentra en un nivel bajo-medio en cuanto a calidad ambiental debido entre muchas causas, la afectación directa es a causa del hombre debido a la deforestación de la selva mediana subperennifolia con la finalidad de la urbanización. La deforestación es una de las principales causas de la calidad ambiental; pues la vegetación junto con el suelo tiene el papel fundamental en la continuidad para la formación de suelos, flujo de materia y energía, captura de carbono, liberación de oxígeno, captación del agua y purificación de la misma, amortiguamiento ante fenómenos naturales como los huracanes, etc.

Actualmente el SA se encuentra poblada principalmente por una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con diferentes grados de sucesión y recuperación. El tipo de suelo presente dentro del SA es de reciente origen (Litosol-Rendzina), el terreno es casi totalmente plano y sin una hidrología superficial presente. En cuanto a la hidrología subterránea 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.

IV.2.1.1 Medio abiótico

IV.2.1.1.1 *Clima*

- **Tipo de clima**

Se han determinado las características del clima en la región, por lo que de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1988), se ha definido que en la zona costera del noreste de Quintana Roo predomina el tipo climático Aw. Este corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Se distingue una época de sequía entre los meses diciembre abril. El 75% de las precipitaciones se presentan de mayo a octubre. El mes más lluvioso es septiembre con 200 mm en promedio y el más seco es marzo con 54.8. La precipitación anual media, según datos de cinco estaciones de 15 años, fue de 1, 128 mm (López O. 1983, citado en INE, 1996). Las lluvias de invierno, un 25% del total, son originadas por los nortes (Tabla 4.1 y Figura 4.3).

Tabla VI. 1 Temperatura Media Anual del municipio de Tulum

	Temperatura Promedio	Precipitación
Enero	23.6	120.5
Febrero	24	100
Marzo	25.4	54.8
Abril	26.2	70
Mayo	27	101
Junio	27.2	115
Julio	27	164.5
Agosto	27.05	140
Septiembre	26.55	200
Octubre	25.95	185.5
Noviembre	24.9	80
Diciembre	23.85	94.1

Temperatura Promedio	Precipitación
* Servicio Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica de Tulum 1964-2009	

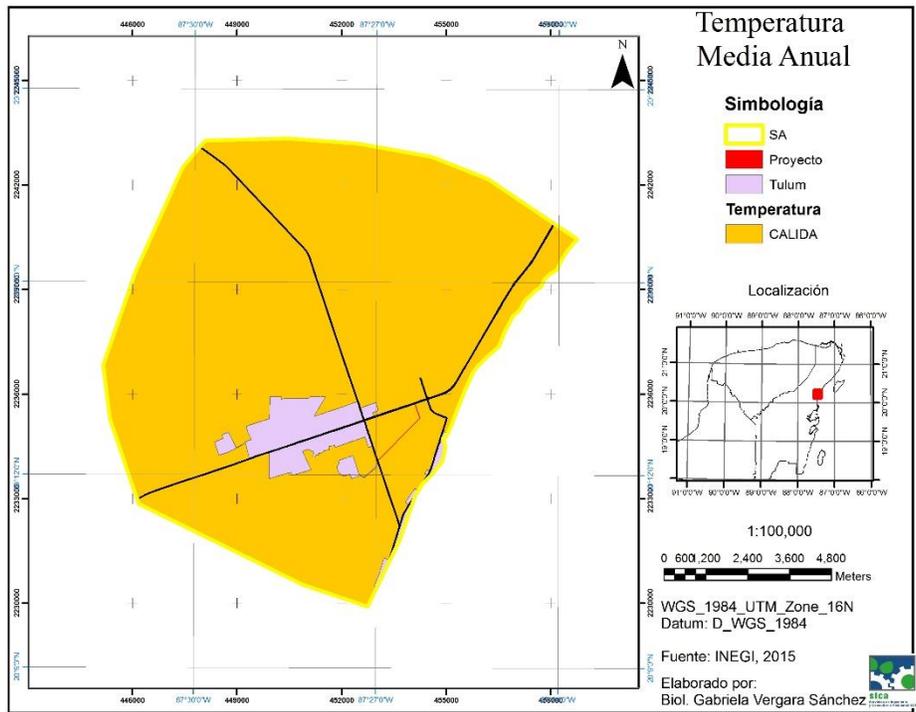


Figura IV. 3 Temperatura Media Anual del municipio de Tulum

La temperatura media anual es de 26°C, los meses más calientes son julio y agosto y el más frío es enero. La oscilación térmica anual es de 4.8°C. La temperatura media mensual es siempre superior a 22°C, mientras que la media anual es de 26.5°C. Las temperaturas máximas y mínimas puntuales han sido 44°C y 4.5°C respectivamente. No se presentan heladas (Figura 4.4 y 4.5).

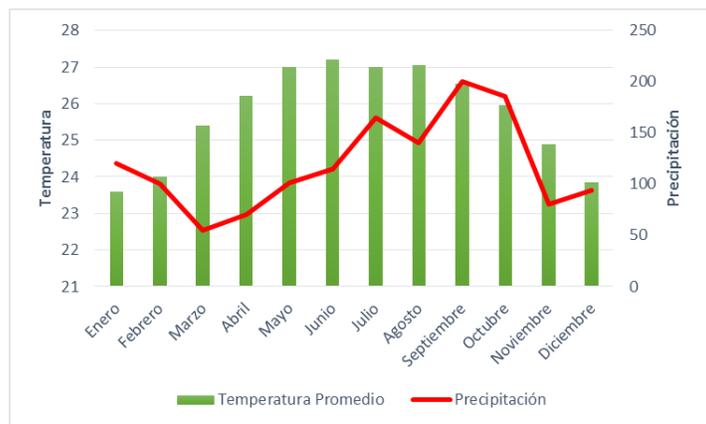


Figura IV. 4 Temperatura y Precipitación media anual el municipio de Tulum

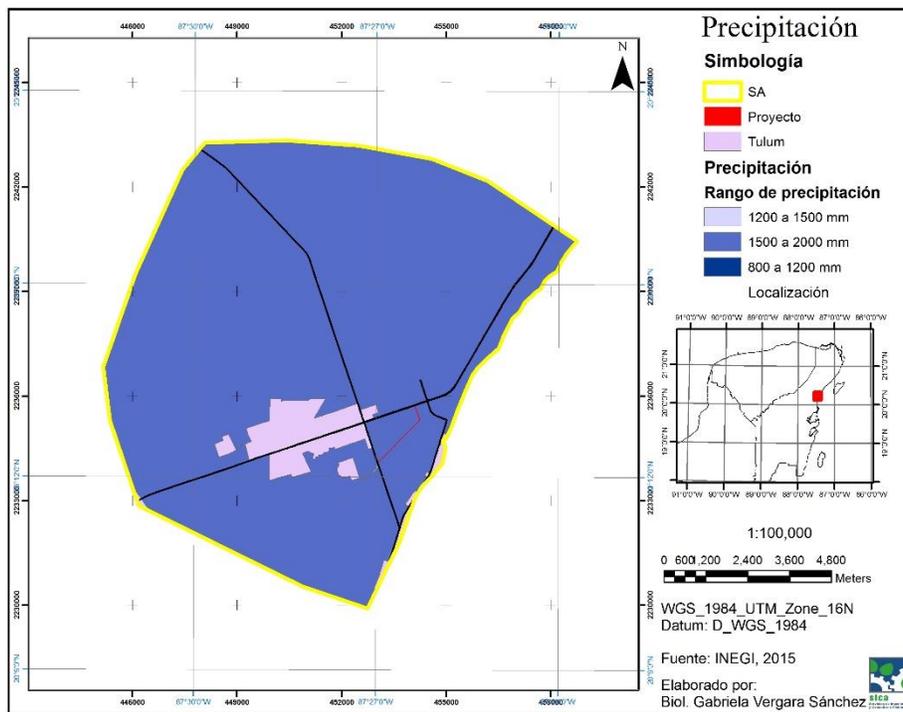


Figura IV. 5 Precipitación del municipio de Tulum

Los vientos dominantes son los alisios y se presentan de febrero a julio, provenientes del sureste con velocidades de 10 km/hr en promedio y hasta 30 km/hr durante perturbaciones tropicales. Durante los meses de invierno se presentan vientos del norte, los cuales pueden alcanzar velocidades entre 80 a 90 km/hr lo que hace descender la temperatura local considerablemente, provocando lluvias, grandes oleajes y marejadas.

A su vez, las costas de Quintana Roo presentan un alto grado de incidencia de fenómenos meteorológicos de distintos tipos e intensidades. Debido a su ubicación geográfica esta zona es la de mayor concurrencia de huracanes del país. Estos meteoros se generan de junio a noviembre, siendo agosto y septiembre los meses con más alta presencia.

Según cálculos con información local, la frecuencia es de 0.62 depresiones por año, utilizando datos de 1960 a 1988 en ésta área (Merino y Otero, 1991). Asimismo, entre 1987 y 2004, se desarrollaron 214 huracanes y tormentas tropicales en el Atlántico, de los cuales 11 tocaron tierra en las costas de Quintana Roo, por lo que su frecuencia es prácticamente igual a la reportada por Merino y Otero con 0.61 depresiones al año. Esto sugiere que un huracán o tormenta tropical toca las costas del estado cada 1.6 años.

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

IV.2.1.1.2 Geología y geomorfología

Dentro de la zona de Tulum se encuentran formaciones del plioceno y cuaternario. En la formación geológica del plioceno se localizan calizas que corresponden a rocas sedimentarias del terciario, de origen marino. El cuaternario se caracteriza por presentar gran cantidad de conchas de bivalvos y exoesqueleto de coral en ríos de litificación.

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

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

Fisiografía

Esta provincia es una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de las aguas desde hace millones de años, siendo su parte norte las más reciente. Las características kársticas del suelo explican la carencia de ríos, sin embargo, en toda la península se ha integrado una enorme red cavernosa subterránea por la que escurre el agua. A lo largo de esta corriente subterránea son comunes los pozos naturales de disolución y los cenotes.

IV.2.1.1.3 Suelos

Tipos de suelo en el área de estudio, de acuerdo con la clasificación de FAO/UNESCO e INEGI.

Las características de los suelos están determinadas por la interacción de los principales factores de formación; como son: la roca madre, el clima, los organismos, topografía y tiempo. De esta manera, el suelo es originado por el depósito de materiales, es decir, por la acumulación sobre la superficie mineral de restos orgánicos o humus asociado, y por la mínima disolución y meteorización de las rocas calcáreas subyacentes.

En este sentido, en la zona del proyecto los suelos son correspondientes a las distintas capas geológicas que se distribuyen en la región, misma que corresponden con una porción de tierra firme, alejada del mar Caribe y con vegetación de selva mediana y sus diversas variaciones, estos son de tipo más evolucionado aunque manifiestan un carácter pedregosos y rocoso, con suelo escaso alojado en las pequeñas depresiones y fisuras de la roca y debajo de las mismas.

En el predio de interés, se observa un suelo uniforme en cuanto a profundidad, color, textura y estructura. Considerando la información de INEGI (1984), en la zona de referencia predomina el tipo Leptosol lífico con incrustaciones de Leptosol rendzico (suelos equivalentes a Litosol-Rendzinas) con clase textural fina y con una predominancia de arcillas (LPk+LPq/3). De ahí, se apto para el crecimiento y desarrollo e vegetación natural, como es la selva mediana subperennifolia o aquella derivada de ésta.

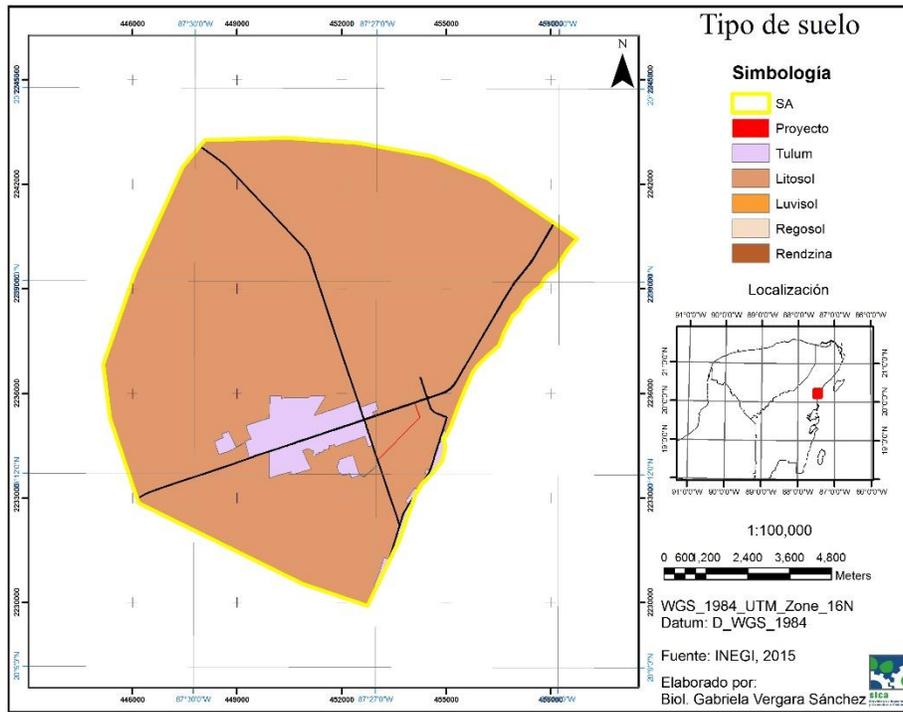


Figura IV. 6 Tipo de suelo del municipio de Tulum

IV.2.1.2 Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial y subterránea

Entre las características que hacen relevante la región Yucatán Norte y en general, a toda la Península de Yucatán, está la carencia de corrientes superficiales. De hecho, estas se presentan únicamente hacia su extremo Sur (límites con Belice y Guatemala) y Suroeste en los límites con los estados de Tabasco y Chiapas. Por su ubicación, éstos desembocan hacia el Golfo de México o hacia el mar Caribe.

Debido a la presencia de escasas pendientes, del terreno (<math><11^\circ</math>) y a las características litológicas y edafológicas que le confieren una alta permeabilidad hidrogeológica, no existen escurrimientos superficiales de consideración, pues la mayor parte de la precipitación se infiltra o percola hacia el manto acuífero, o se evapora hacia la atmosfera. Los cuerpos de agua (dolinas) no se encuentran alineados entre sí, sin embargo, siguen un patrón de distribución Sur-Norte aproximadamente, siguiendo el arreglo de geofomas de mayores dimensiones.

Hidrología subterránea

El SA se encuentra sobre el acuífero de la península de Yucatán, que es de tipo freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. De acuerdo con la CONAGUA, la recarga total dentro del acuífero Península de Yucatán es de 21,813.40 Mm³/año, considerando cifras de un cálculo previo donde la suma de las descargas naturales hacia el mar y por el flujo subterráneo son de 14,542.2 Mm³/año. Otra de las salidas de agua consideradas para dichas cifras son los 1,511.9 Mm³/año extraídos por aprovechamientos subterráneos concesionados. El volumen disponible resulta ser de 5,759.2 Mm³/año.

IV.2.1.3 Aspectos bióticos

IV.2.1.3.1 *Vegetación terrestre*

Vegetación

La vegetación de la Península de Yucatán en su mayor extensión está cubierta por selvas de tipo caucifolio y subcaducifolio, mientras que las selvas perennifolias ocuparan un área reducida. De acuerdo al inventario forestal de gran visión (SARH, 1994), la Península de Yucatán cuenta con una superficie forestal arbolada de 7.62 millones de hectáreas, además de 606,714 ha de manglares y otros tipos de vegetación.

Los tipos de vegetación más importantes y que cubren 7.62 millones de hectáreas, son las selvas medianas y altas que representan el 53.81% de la superficie arbolada citada, las selvas bajas perennifolias y subperennifolias 10.45% y las selvas bajas caducifolias 35.71%. de acuerdo a la clasificación del INEGI (Carta de uso de suelo y vegetación serie IV) la vegetación reportada para la zona en la cual se pretende establecer el proyecto, presenta el tipo Selva mediana subperennifolia.

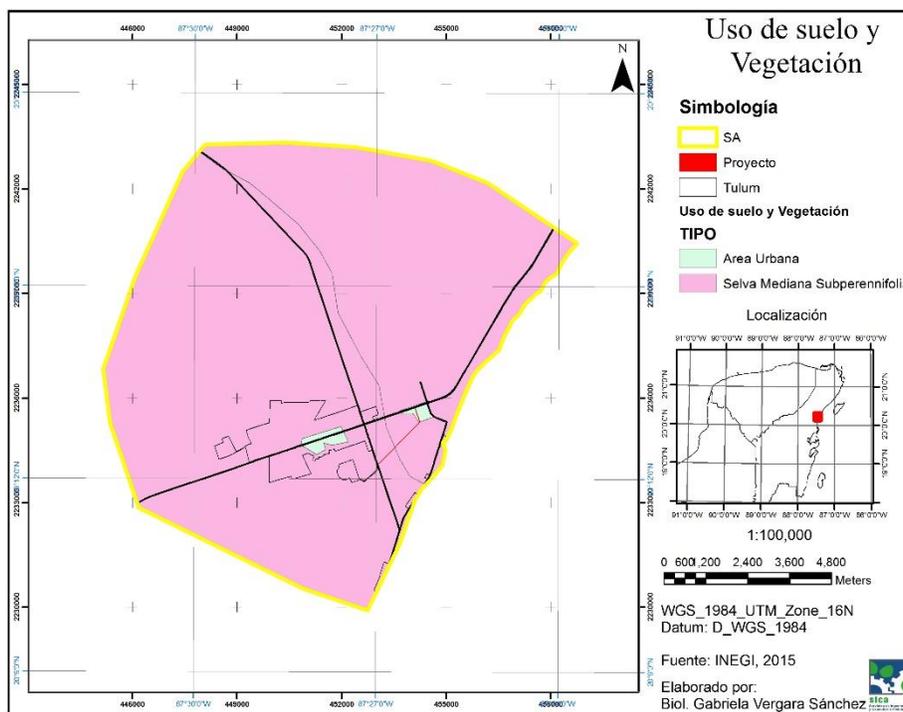


Figura IV. 7 Ubicación del proyecto en la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV.

Es la comunidad más extensa de la península de Yucatán; es la selva chiclera (Flores-Guido, *et al.* 2010).

Esta comunidad cubre aproximadamente un 60% del territorio peninsular (62,027 km²), además de ser la que está más conservada. Abarca casi todo Quintana Roo, las tres cuartas partes de Campeche y una pequeña porción del estado de Yucatán, principalmente en el punto Puuc. Esta selva se encuentra en el área que tiene la mayor precipitación pluvial de la península con un promedio anual de 1,300 mm y una época muy definida sin lluvias de fines de Noviembre a principios de Mayo, sin embargo, es importante hacer notar que durante la época seca la precipitación alcanza hasta 191 mm al año, lo cual, contribuye a que esta comunidad se desarrolle (Flores y Espejel, 1994).

Otro hecho importante para que abunde esta vegetación, es el suelo calizo, la gran permeabilidad sustituye a drenaje rápido de os suelos con pendientes, muy escasos por cierto en la península yucateca.

Los factores de clima y suelo se constituyen como las causas fundamentales de la característica subperennifolia; ya que el 25% de los árboles se quedan sin hojas durante la época de sequía y tienen una altura media de 25 a 35 metros, alcanzando un DAP menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies, es posible que esto se deba al tipo de suelo y a su profundidad. En la época de seca la mayor parte conserva sus hojas, especialmente los arboles dominantes como *Manilkara sapota*, *Vitex gaumeri*, *Metopium brownei*.

Los árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epifitas y lianas.

En este tipo de selva, se distinguen 3 estratos arbóreos, de 4 a 12 metros, de 12 a 22 metros y de 22 a 35 metros. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas.

En el estado de Quintana Roo este tipo de vegetación ocupa una superficie de 431,041 km² (Flores y Espejel, 1994).

Es importante mencionar que actualmente en todo el predio bajo estudio se observa el desplazamiento de la vegetación original debido al cambio de uso de suelo para actividades diferentes como lo es la agricultura de temporal y ganadera; sin embargo, existen fragmentos con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con un buen estado de recuperación y con vocación forestal.

Con la finalidad de efectuar la caracterización forestal y el diagnóstico del estado actual que presenta la vegetación natural, la composición florística y la diversidad del mismo, se realizaron recorridos en el área del proyecto y se llevó a cabo un inventario forestal y muestreos. En total se llevó a cabo un inventario forestal basado en el levantamiento de datos en 4 puntos de muestreo con cuadrantes de 1000 m² (20 m x 50 m) para el registro de especies arbóreas y arbustivas (Ver resultado en el Apartado II.2.5 del Capítulo II de este estudio) e igualmente se llevaron a cabo 4 subcuadrantes de 25 m² (5 m X 5 m) para el registro de todas las especies de flora para finalmente verificar la composición florística, estructura y diversidad de las especies por estratos de la vegetación presente en el predio (Ver resultado en párrafos posteriores del presente apartado). Adicionalmente a lo anterior se realizaron recorridos por todo lo largo y ancho del predio con la finalidad de hacer un listado florístico general.

Asimismo, se realizó una comparación de las especies identificadas dentro del predio con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con los resultados del trabajo de campo realizado, se encontró que la vegetación dominante en la zona de interés corresponde con la selva mediana subperennifolia, misma que manifiesta un desarrollo secundario. Por ello, se reconoce que la mayoría de los árboles presentan características correspondientes a individuos jóvenes y en pleno desarrollo.



Figura IV. 8 Toma de datos en los sitios de muestreo.



Figura IV. 9 Toma de datos en los sitios de muestreo.



Figura IV. 10 Flora representativa del sitio.

Resultado de los muestreos realizados

Listado de especies registradas

En los sitios de muestreo se registraron 29 familias 46 géneros y 47 especies, a continuación se presentan las especies registradas en los sitios de muestreo:

Tabla VI. 2 Listado de especies registradas

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel	Juluub	
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Ch'elem	
Anacardiaceae	<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy	
Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i> L.	Nikté ch'oom	
Arecaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> (Griseb. et H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.	Tasiste	
Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	Xiat	
Arecaceae	<i>Pseudophoenix sargentii</i> H. Wendl. ex Sarg.	Kuka'	A
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it	A
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i> (S.w.) Griseb	Nej ku'uk	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia dasyliirifolia</i> Baker	Xch'u'	
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj	
Compositae	<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	K'an mul	
Compositae	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.	Levisa xiiw	
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che'	Endémica
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth.	Ko'ok che'	
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	
Leguminosae	<i>Bauhinia jenningsii</i> P. Wilson.	Sak ts' ulub took'	
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che'	
Leguminosae	<i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.	Chak te'	
Leguminosae	<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	Endémica
Leguminosae	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul	Endémica
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA
Leguminosae	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Sak káatsim	
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	
Loranthaceae	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerm.	K'uben ba'	
Malvaceae	<i>Abutilon permolle</i> (Willd.) Sweet.	Sak xiw	
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol	Endémica
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat	
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill.	Akúun	
Myrtaceae	<i>Eugenia foetida</i> Pers.	Sak loob	
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che'	
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.	Ta'tsi'	
Orchidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i> (Batem.) Rolfe.	Homigin	
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	K' an su'uk	
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk	
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc var. <i>divaricata</i>	Siit	
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i> Lundell	Boob	Endémica
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche'	
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Ja'as che'	
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	Aak'aax	Endémica
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	K'an chuunup	Endémica
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya'	
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i> Mill.	Koke'	
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le'	
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Mo'ol peek	

Como se observa en la siguiente figura, el estrato más representado es la herbácea, localizada en más del 68 % del predio, en cuanto a los árboles, estos se encuentran en la zona sur dispersos principalmente en la zonas centrales del predio.

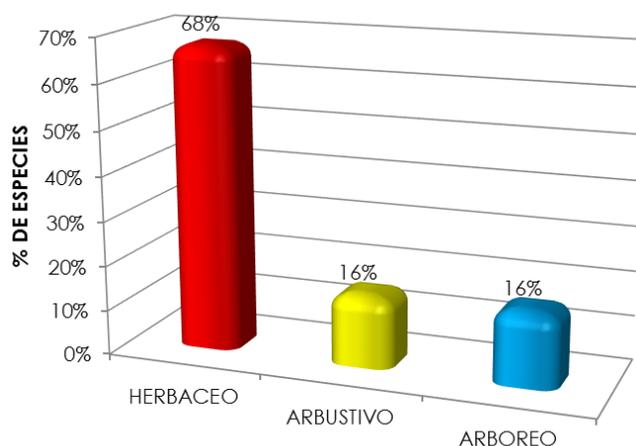


Figura IV. 11 Porcentaje de las especies registradas en cada estrato en los sitios de muestreo.

Resultados del muestreo de diversidad

A continuación se presenta la distribución de las especies encontradas por estratos (aunque la forma de vida final sea diferente) en el área de estudio:

Especies en el estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del predio bajo estudio se registraron 32 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de Valor de Importancia relativa (VIR):

Tabla VI. 3 Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo.

Nombre científico	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
<i>Abutilon permolle</i>	1.51	2.65	4.41	8.57
<i>Aechmea bracteata</i>	1.09	0.38	1.47	2.93
<i>Agave angustifolia</i>	0.48	0.38	1.47	2.33
<i>Alseis yucatanensis</i>	0.75	0.38	1.47	2.60
<i>Bauhinia jenningsii</i>	0.24	0.76	1.47	2.47
<i>Bidens alba</i>	0.57	1.89	2.94	5.41
<i>Bonellia macrocarpa</i>	1.36	1.14	4.41	6.91
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	44.57	32.20	5.88	82.65
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1.00	1.52	2.94	5.45
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	1.99	1.14	4.41	7.54
<i>Coccoloba spicata</i>	2.20	1.52	2.94	6.66
<i>Cordia gerascanthus</i>	2.50	3.41	2.94	8.85
<i>Croton reflexifolius</i>	3.89	3.41	4.41	11.71
<i>Cynodon dactylon</i>	5.68	7.58	4.41	17.66
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1.36	3.79	5.88	11.03

Nombre científico	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1.03	0.76	2.94	4.72
<i>Gymnopodium floribundum</i>	10.55	3.79	2.94	17.28
<i>Hampea trilobata</i>	0.48	0.38	1.47	2.33
<i>Lantana camara</i>	0.51	1.14	2.94	4.59
<i>Lasiacis divaricata</i>	5.16	10.98	4.41	20.55
<i>Manilkara zapota</i>	0.39	0.76	2.94	4.09
<i>Melanthera nivea</i>	0.96	3.03	2.94	6.94
<i>Mimosa bahamensis</i>	3.44	5.30	5.88	14.62
<i>Myrmecophila tibicinis</i>	0.75	0.38	1.47	2.60
<i>Neea psychotrioides</i>	2.20	3.41	4.41	10.02
<i>Piscidia piscipula</i>	0.12	0.38	1.47	1.97
<i>Psittacanthus mayanus</i>	0.12	0.38	1.47	1.97
<i>Randia longiloba</i>	0.54	0.76	1.47	2.77
<i>Smilax spinosa</i>	0.75	0.38	1.47	2.60
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.93	1.52	2.94	5.39
<i>Thrinax radiata</i>	2.71	2.65	4.41	9.78
<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	0.15	1.89	2.94	4.99

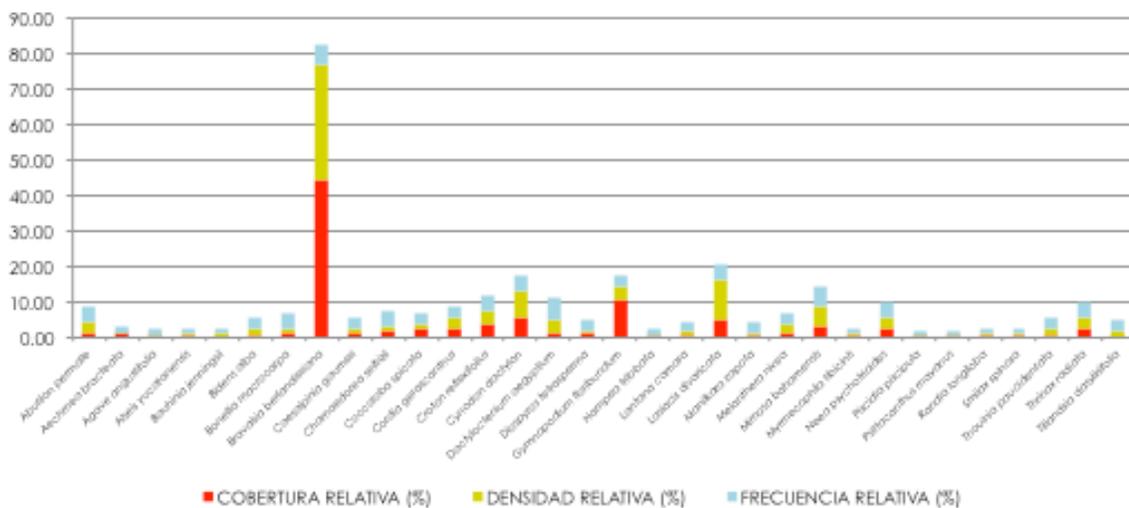


Figura IV. 12 Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo encontrado dentro del área de estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del área de estudio existen 3 especies con mayores valores de VIR son *Bravaisia berlandieriana* (82.64%), *Lasiacis divaricata* (20.55%), *Cynodon dactylon* (17.66%) y *Gymnopodium floribundum* (17.28%).

Por otro lado en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del predio bajo estudio:

Tabla VI. 4 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

Nombre científico	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	$V=-(\text{PI}) \times \text{LN}(\text{PI})$
<i>Abutilon permolle</i>	7	0.0265	-3.6300	0.0963
<i>Aechmea bracteata</i>	1	0.0038	-5.5759	0.0211
<i>Agave angustifolia</i>	1	0.0038	-5.5759	0.0211
<i>Alseis yucatanensis</i>	1	0.0038	-5.5759	0.0211
<i>Bauhinia jenningsii</i>	2	0.0076	-4.8828	0.0370
<i>Bidens alba</i>	5	0.0189	-3.9665	0.0751
<i>Bonellia macrocarpa</i>	3	0.0114	-4.4773	0.0509
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	85	0.3220	-1.1333	0.3649
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	4	0.0152	-4.1897	0.0635
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	3	0.0114	-4.4773	0.0509
<i>Coccoloba spicata</i>	4	0.0152	-4.1897	0.0635
<i>Cordia gerascanthus</i>	9	0.0341	-3.3787	0.1152
<i>Croton reflexifolius</i>	9	0.0341	-3.3787	0.1152
<i>Cynodon dactylon</i>	20	0.0758	-2.5802	0.1955
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	10	0.0379	-3.2734	0.1240
<i>Diospyros tetrasperma</i>	2	0.0076	-4.8828	0.0370
<i>Gymnopodium floribundum</i>	10	0.0379	-3.2734	0.1240
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.0038	-5.5759	0.0211
<i>Lantana camara</i>	3	0.0114	-4.4773	0.0509
<i>Lasiacis divaricata</i>	29	0.1098	-2.2087	0.2426
<i>Manilkara zapota</i>	2	0.0076	-4.8828	0.0370
<i>Melanthera nivea</i>	8	0.0303	-3.4965	0.1060
<i>Mimosa bahamensis</i>	14	0.0530	-2.9369	0.1557
<i>Myrmecophila tibicinis</i>	1	0.0038	-5.5759	0.0211
<i>Neea psychotrioides</i>	9	0.0341	-3.3787	0.1152
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.0038	-5.5759	0.0211
<i>Psittacanthus mayanus</i>	1	0.0038	-5.5759	0.0211
<i>Randia longiloba</i>	2	0.0076	-4.8828	0.0370
<i>Smilax spinosa</i>	1	0.0038	-5.5759	0.0211
<i>Thouinia paucidentata</i>	4	0.0152	-4.1897	0.0635
<i>Thrinax radiata</i>	7	0.0265	-3.6300	0.0963
<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	5	0.0189	-3.9665	0.0751

Tabla VI. 5 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

ESTRATO HERBÁCEO	
RIQUEZA (S)	32
H' CALCULADA	2.6610
H' MAXIMA=Ln (S)	3.4657
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7678
H MAX-H CAL	0.8048

El estrato herbáceo del ecosistema de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia por afectar en el predio, posee una riqueza específica de 32 especies, las cuales poseen una distribución de 0.7678, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es reducida. De hecho, de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR.

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en nuestra área de estudio es de 3.46 y la H' calculada es de 2.66, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad. Es importante mencionar que la mayor parte del predio está cubierta con especies de este estrato entremezcladas con especies en el estrato arbustivo, aunque las especies varían en riqueza según la zona del predio, algunas de las especies registradas en este estrato como *Gymnopodium floribundum* de forma de vida arbustiva, fue registrada abundantemente en este estrato y es debido a que se registró en zonas en etapa temprana de sucesión.

Especies en el estrato arbustivo

Las especies en el estrato arbustivo registraron una riqueza específica de 21 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla VI. 6 Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	DEN REL	COB REL	FREC REL	VIR
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	0.43	1.61	3.03	5.07
<i>Alseis yucatanensis</i>	1.70	1.61	3.03	6.35
<i>Bonellia macrocarpa</i>	6.28	4.84	6.06	17.18
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	6.06	4.84	6.06	16.96
<i>Coccoloba spicata</i>	3.83	1.61	3.03	8.47
<i>Cordia gerascanthus</i>	7.98	4.84	6.06	18.88
<i>Croton reflexifolius</i>	9.36	8.06	3.03	20.46
<i>Diospyros tetrasperma</i>	7.98	8.06	6.06	22.10
<i>Ficus maxima</i>	3.40	3.23	3.03	9.66
<i>Gymnopodium floribundum</i>	12.13	12.90	6.06	31.09
<i>Hampea trilobata</i>	2.66	1.61	3.03	7.30

NOMBRE CIENTÍFICO	DEN REL	COB REL	FREC REL	VIR
<i>Luehea speciosa</i>	0.43	1.61	3.03	5.07
<i>Mimosa bahamensis</i>	2.66	3.23	6.06	11.95
<i>Neea psychotrioides</i>	16.38	19.35	9.09	44.83
<i>Piscidia piscipula</i>	2.66	3.23	6.06	11.95
<i>Plumeria obtusa</i>	0.96	1.61	3.03	5.60
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	0.43	1.61	3.03	5.07
<i>Psidium sartorianum</i>	5.11	4.84	9.09	19.04
<i>Randia longiloba</i>	5.00	6.45	6.06	17.51
<i>Thouinia paucidentata</i>	3.62	3.23	3.03	9.87
<i>Thrinax radiata</i>	0.96	1.61	3.03	5.60

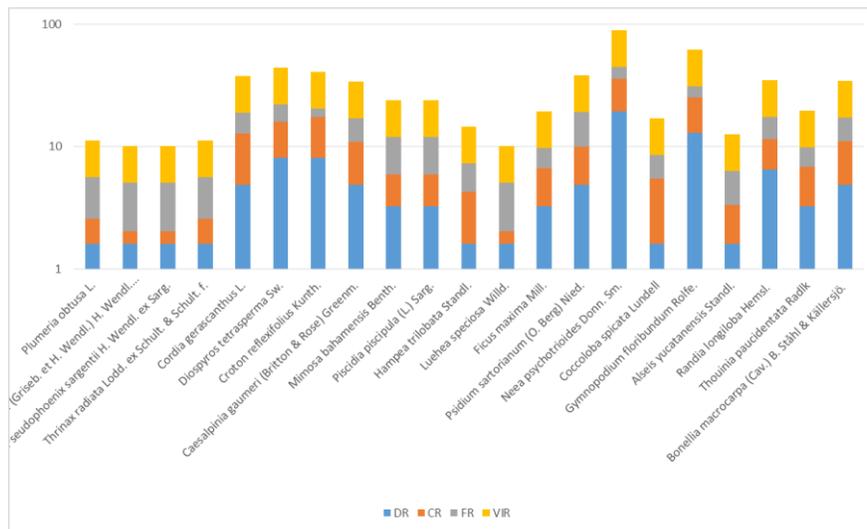


Figura IV. 13 Valores de VIR de las especies en el estrato arbustivo encontrado dentro del área de estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede indicar que dentro de las especies en el estrato arbustivo sobresale la especie *Neea choriophylla* (44.82%) seguida de *Gymnopodium floribundum* (31.09%) y *Diospyros tetrasperma* (22.10%) y estas especies presentaron los valores más altos de cobertura relativa y densidad relativa, principalmente. La primera especie es que destaca de todas, no obstante, como se puede observar en la tabla anterior los valores del número de individuos son mucho menores que el de las especies del estrato herbáceo.

Por otro lado en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para las especies con estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio:

Tabla VI. 7 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	$V = -(PI) \times LN(PI)$
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	0.0161	-4.1271	0.0666

<i>Alseis yucatanensis</i>	0.0161	-4.1271	0.0666
<i>Bonellia macrocarpa</i>	0.0484	-3.0285	0.1465
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	0.0484	-3.0285	0.1465
<i>Coccoloba spicata</i>	0.0161	-4.1271	0.0666
<i>Cordia gerascanthus</i>	0.0484	-3.0285	0.1465
<i>Croton reflexifolius</i>	0.0806	-2.5177	0.2030
<i>Diospyros tetrasperma</i>	0.0806	-2.5177	0.2030
<i>Ficus maxima</i>	0.0323	-3.4340	0.1108
<i>Gymnopodium floribundum</i>	0.1290	-2.0477	0.2642
<i>Hampea trilobata</i>	0.0161	-4.1271	0.0666
<i>Luehea speciosa</i>	0.0161	-4.1271	0.0666
<i>Mimosa bahamensis</i>	0.0323	-3.4340	0.1108
<i>Neea psychotrioides</i>	0.1935	-1.6422	0.3179
<i>Piscidia piscipula</i>	0.0323	-3.4340	0.1108
<i>Plumeria obtusa</i>	0.0161	-4.1271	0.0666
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	0.0161	-4.1271	0.0666
<i>Psidium sartorianum</i>	0.0484	-3.0285	0.1465
<i>Randia longiloba</i>	0.0645	-2.7408	0.1768
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.0323	-3.4340	0.1108
<i>Thrinax radiata</i>	0.0161	-4.1271	0.0666

Tabla VI. 8 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	21
H' CALCULADA	2.7268
H' MAXIMA=Ln (S)	3.0445
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8956
H MAX-H CAL	0.3178

Las especies en el estrato arbustivo del ecosistema de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia por afectar en el predio, posee una riqueza específica de 21 especies, las cuales poseen una distribución de 0.89, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es reducida. De hecho de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR, en términos generales se puede decir que de cuatro especies mencionadas en párrafos anteriores y que presentan mayor VIR tienen una gran diferencia con el resto de las especies, aunque la *Neea choriophylla* es la que sobresale.

La máxima diversidad que puede alcanzar las especies en estrato arbustivo en nuestra área de estudio es de 3.04 y la H' calculada es de 2.72, lo que nos indica que nuestro estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

Especies en el estrato arbóreo

En el caso del estrato arbóreo del predio bajo estudio se registraron 23 especies. Estas especies registradas presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla VI. 9 Estimación del VIR de las especies del estrato arbóreo.

NOMBRE CIENTÍFICO	DEN REL	COB REL	FREC REL	VIR
<i>Bursera simaruba</i>	7.81	9.38	9.09	26.27
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10.25	12.50	9.09	31.84
<i>Caesalpinia mollis</i>	1.80	1.56	2.27	5.63
<i>Coccoloba spicata</i>	13.03	9.38	4.55	26.95
<i>Cordia gerascanthus</i>	4.61	3.13	4.55	12.28
<i>Diospyros tetrasperma</i>	3.40	1.56	2.27	7.23
<i>Eugenia foetida</i>	2.81	3.13	4.55	10.48
<i>Ficus maxima</i>	1.38	1.56	2.27	5.21
<i>Hampea trilobata</i>	1.80	1.56	2.27	5.63
<i>Havardia albicans</i>	2.50	3.13	2.27	7.90
<i>Lonchocarpus xuul</i>	2.50	3.13	4.55	10.17
<i>Luehea speciosa</i>	2.02	3.13	4.55	9.69
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1.71	3.13	4.55	9.38
<i>Manilkara zapota</i>	13.26	12.50	6.82	32.58
<i>Metopium brownie</i>	2.28	1.56	2.27	6.11
<i>Mosannonna depressa</i>	1.38	1.56	2.27	5.21
<i>Neea psychotrioides</i>	0.70	1.56	2.27	4.54
<i>Piscidia piscipula</i>	4.61	3.13	4.55	12.28
<i>Plumeria obtusa</i>	0.70	1.56	2.27	4.54
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	2.81	1.56	2.27	6.64
<i>Psidium sartorianum</i>	7.16	7.81	9.09	24.07
<i>Thouinia paucidentata</i>	4.89	6.25	6.82	17.96
<i>Vitex gaumeri</i>	6.60	6.25	4.55	17.40

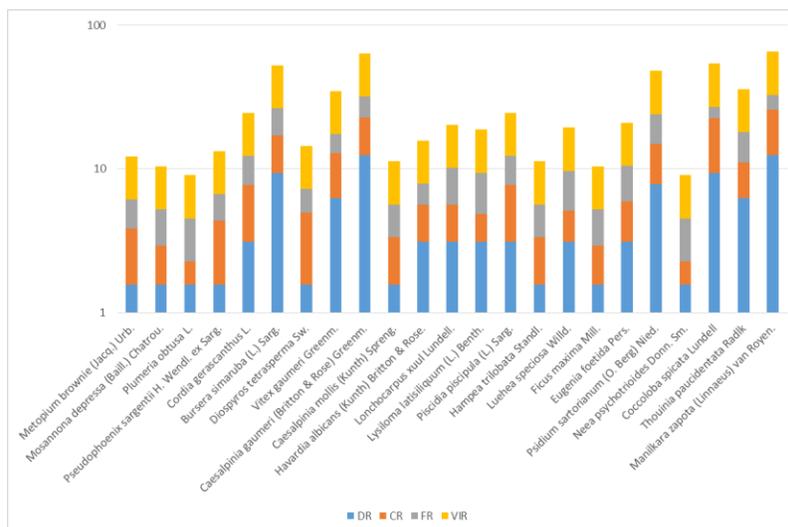


Figura IV. 14 Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo encontrado dentro del área de estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del área de estudio existen 3 especies con mayores valores de VIR *Manilkara zapota* (32.57%), *Caesalpinia gaumeri* (31.84%), y *Coccoloba spicata* (26.95%) los cuales presentaron los valores más altos de abundancia, cobertura, densidad y frecuencia relativa dentro del predio.

Por otro lado en cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio.

Tabla VI. 10 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (PI)	LN(PI)	V=- (PI) X LN (PI)
<i>Bursera simaruba</i>	6	0.0938	-2.3671	0.2219
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	8	0.1250	-2.0794	0.2599
<i>Caesalpinia mollis</i>	1	0.0156	-4.1589	0.0650
<i>Coccoloba spicata</i>	6	0.0938	-2.3671	0.2219
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	0.0313	-3.4657	0.1083
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	0.0156	-4.1589	0.0650
<i>Eugenia foetida</i>	2	0.0313	-3.4657	0.1083
<i>Ficus maxima</i>	1	0.0156	-4.1589	0.0650
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.0156	-4.1589	0.0650
<i>Havardia albicans</i>	2	0.0313	-3.4657	0.1083
<i>Lonchocarpus xuul</i>	2	0.0313	-3.4657	0.1083
<i>Luehea speciosa</i>	2	0.0313	-3.4657	0.1083
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	0.0313	-3.4657	0.1083
<i>Manilkara zapota</i>	8	0.1250	-2.0794	0.2599
<i>Metopium brownie</i>	1	0.0156	-4.1589	0.0650

<i>Mosannonna depressa</i>	1	0.0156	-4.1589	0.0650
<i>Neea psychotrioides</i>	1	0.0156	-4.1589	0.0650
<i>Piscidia piscipula</i>	2	0.0313	-3.4657	0.1083
<i>Plumeria obtusa</i>	1	0.0156	-4.1589	0.0650
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	1	0.0156	-4.1589	0.0650
<i>Psidium sartorianum</i>	5	0.0781	-2.5494	0.1992
<i>Thouinia paucidentata</i>	4	0.0625	-2.7726	0.1733
<i>Vitex gaumeri</i>	4	0.0625	-2.7726	0.1733

Tabla VI. 11 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBÓREO	
RIQUEZA (S)	23
H' CALCULADA	2.8524
H' MAXIMA=Ln (S)	3.1355
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9097
H MAX-H CAL	0.2831

El estrato arbóreo de la vegetación por afectar en el predio, posee una riqueza específica de 23 especies, las cuales poseen una distribución de 0.90, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes en este estrato es muy reducida. De hecho de manera específica y como se puede confirmar a través de los valores de VIR estas especies dominantes son 3 especies.

La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en nuestra área de estudio es de 3.13 y la H' calculada es de 2.85 lo que nos indica que nuestro estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad.

- **Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad Ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia.**

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Dentro del área del predio se observaron algunos individuos de las especies *Thrinax radiata* y *Pseudophoenix sargentii* catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies amenazadas.

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 y área de influencia se observaron 7 especies endémicas, tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla VI. 12 Listado de especies endémicas.

NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Endémica
<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.	Endémica
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	Endémica
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Endémica
<i>Coccoloba spicata</i> Lundell	Endémica
<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	Endémica
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	Endémica

Conclusión del muestreo de Flora realizado

- 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 agropecuarias.
- La riqueza de especies registradas en el predio bajo estudio se encuentra por debajo a lo observado de otros muestreos realizados en la selva mediana subperennifolia.
- Las especies endémicas encontradas son de amplia distribución y comunes para la zona.
- El proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona.
- No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación.
- De manera general, se concluye que las especies vegetales presentes en los cuadrantes son típicas de la vegetación secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia 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.

IV.2.1.3.2 Fauna terrestre

Se reconoce que la fauna se distribuye conforme a características del hábitat tales, como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la actividad atribuible al hombre). De acuerdo a lo anterior y a la ubicación del proyecto se puede mencionar que la fauna presente dentro del área del predio es probable experimente movimientos

de un lado hacia el otro por la vegetación en plena recuperación y otras áreas con vocación forestal.

Como se ha mencionado dentro del predio bajo estudio se cuenta con una cobertura de vegetación derivada de selva mediana subperennifolia en diferentes grados de recuperación y con áreas 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.

Con el fin de conocer de manera más precisa las especies de vertebrados terrestres presentes en el trazo 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.

Revisión de literatura

Con el fin de obtener el mayor reconocimiento posible de la fauna de la región, se revisaron listados y trabajos elaborados previamente en el área de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se presenta una comparación de la fauna silvestre con ocurrencia regional con respecto a la que se presenta en el país en su conjunto.

Tabla VI. 13 Comparativo de la fauna silvestre regional y local.

GRUPO	PENÍNSULA DE YUCATÁN	QUINTANA ROO
Anfibios	43	22
Reptiles	139	106
Aves	528	483
Mamíferos	84*	114
Total	794	725

En el predio se cuenta con una cobertura de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia. El predio presenta un nivel medio de perturbación antropocéntrica mediante la creación de brechas de muy diferentes amplitudes. No obstante a lo anterior, contribuye a la presencia de diversos nichos y áreas de oportunidad para el desarrollo de la fauna. Lo anterior es relevante puesto que las especies presentes en el área del proyecto son predominantemente las de afinidad terrestre, asociadas a este tipo de Selva.

- Metodología de muestreo para cada grupo de fauna.

Durante el trabajo de campo se requirió del apoyo de materiales y equipos tales como: GPS (Garmin eTREX,), grabadoras de sonidos, cámaras trampa, cámaras fotográficas, binoculares, trampas Sherman, trampas de caída, trampas tomahawk, redes de niebla, varas herpetológicas, cinta biodegradable, guías de reptiles y anfibios, guías de aves, guías de mamíferos, etc.

De manera particular, para el muestreo de la fauna silvestre se trazaron 5 Transectos en línea con una superficie de 20000 m² (2000 m x 10 m), cuyas coordenadas de localización y trazo en un plano satelital se presentan a continuación:

Tabla VI. 14 Coordenadas de los Transectos lineales trazados dentro del predio.

Transecto	Inicio		Final	
	X	Y	X	Y
1	453058.67	2234114.81	454089.64	2235158.68
2	453909.97	2235018.93	453685.79	2235384.30



Figura IV. 15 Transectos en línea trazados dentro del predio bajo estudio (en amarillo se observa en transecto 1 y en rojo se observa en transecto 2)

En los siguientes apartados se muestran las técnicas de muestreo y registro utilizadas para caracterizar la fauna y las diferentes especies reportadas para la zona, así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos vigentes aplicables.

Anfibios y Reptiles.

Para la elaboración de la lista de especies de anfibios y reptiles, se revisó la literatura previamente publicada. Esta información permitió formar una lista preliminar de las especies de anfibios y reptiles de la región, con base en la literatura sobre la distribución de cada especie (Peters, 1953; Smith y Smith, 1976; Pozo de la Tijera y Escobedo, 1991; Bahena-Basave, 1994; Bahena-

Basave y Cedeño-Vázquez, 1998; Lee, 2000; Calderón y Cedeño-Vázquez, 2002; Calderón y Cedeño-Vázquez, 2003; Calderón-Mandujano, et al., 2005 y Sanchez-Castillo, 2005).

El trabajo de campo consistirá en muestreos sistemáticos, siguiendo un orden en cuanto a tiempo y esfuerzo horas/hombre, aplicado para cada uno, es decir, será realizado por 2 personas y considerado como horas/ hombre (por ejemplo, una búsqueda de 2 horas por 2 personas=4 horas persona), mediante este método se pudo ejemplificar la riqueza, abundancias y densidades de las especies. Los muestreos se realizaron en el mes de Junio del 2014.

Los datos de riqueza de especies, así como los de diversidad y abundancia obtenidos durante todo el trabajo de campo servirán para generar una base de datos que se utilizara para formar la lista de especies que será analizada con índices de diversidad basados en las especies registradas en el área de afectación y las zonas de influencia del proyecto.

Los anfibios y reptiles se observaron realizando recorridos (transectos en línea) en las áreas de afectación y zonas de influencia del proyecto, uno durante el día y otro por la noche.

Los muestreos diurnos se realizaron según la técnica descrita por Casas-Andreu et al. (1991), modificada de acuerdo con los hábitos de cada especie (hora de inicio y fin de la actividad de los organismos). El horario de muestreo para especies con actividad diurna, generalmente reptiles, fue de 10:00 a 14:00 horas (Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña, et al., 1999). Los organismos se buscaron en los diferentes tipos de microhábitats; bajo rocas, sobre y bajo troncos y a orillas de los cuerpos de agua, entre otros (Casas-Andreu et al., 1991). El horario para las especies con actividad nocturna se estableció a partir de las 19:00 a las 23:00 horas, y fue aplicado especialmente para los anfibios (Casas-Andreu et al., 1991; Ramírez-Bautista, 1994; Uribe-Peña et al., 1999). Adicionalmente para la recolecta de especies de este grupo que habitan dentro de cuerpos de agua, se utilizó una red de malla con un mango, así como también lámparas de mano para facilitar su captura, al igual se colocaran trampas de pozo (Pitfall) o de caída para la capturar de reptiles.

Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo (Campbell 1998; Lee, 2000; Calderón-Mandujano, et al., 2005), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO, 2012).

Aves.

Una variedad de métodos para monitorear y evaluar a las poblaciones de aves están disponibles (Bibby et al., 1992; Ralph et al., 1996) pero tres son los más usados: Puntos de conteo, conteos en transectos y redes ornitológicas. En este estudio se utilizaran las técnicas de conteo en transectos y redes ornitológicas, la primera porque se pueden censar por medio de los sonidos de las aves, sobre todo en el trópico (Parker, 1991, Riede, 1993, Kroodsma et al., 1996) y la segunda porque por medio de las capturas es más fácil identificar especies que son muy parecidas entre sí o especies raras o pequeñas que se mueven entre la vegetación que son difícil de observar.

En este caso se contarán y totalizarán las aves mientras se camina despacio a lo largo de varios transectos en línea (Lord, 1961, Gómez de Silva et al., 1999) y se colocarán 2 redes ornitológicas en puntos estratégicos, lo cual es lo recomendable para tener el mayor esfuerzo en el muestreo, realizando una combinación de métodos (Estades et al., 2006; Stouffer, 2007).

Por último a lo largo de los transectos lineales además de la observación directa, se identificarán a las aves por medio de técnicas acústicas (grabación de cantos de aves) para su posterior análisis (Celis-Murillo et al., 2009; Hutto y Stutzman, 2009).

Los censos serán durante la mañana debido a que las aves son mucho más activas. La actividad de las aves generalmente ocurre desde el amanecer hasta aproximadamente las 10 de la mañana y al atardecer. Es preferible que los censos comiencen de 15 a 30 minutos después del amanecer. Para el uso de las redes niebla, para la captura de aves puede efectuarse prácticamente durante todo el día, aunque la tasa de capturas tiende a disminuir al medio día en los hábitats calurosos y soleados (Bibby et al., 1992).

Una de las ventajas al utilizar el censo por medio de cantos, es que las aves son vocalmente más activas en épocas de reproducción, y en México las aves residentes son más activas en primavera y verano, por lo que este método es muy conveniente de llevarse a cabo por la época en que se realiza el muestreo (Gallina y López-González, 2011).

Para la observación de aves se utilizaron binoculares y la identificación de especies se apoyo de guías de campo para la región (Howell y Webb. 1995; Peterson y Chalif. 1973; National Geographic Society. 2002; Sibley, 2003; McKinnon, B. 2013). Para la identificación de cantos se recurrió a páginas web y el disco de Cantos de Aves de México: Península de Yucatán, Volumen I (Celis-Murillo et al.). La nomenclatura empleada fue la sugerida por el AOU (2011)

Mamíferos.

Debido a sus hábitos principalmente nocturnos, variación en las distintas horas de actividades y a la densa cobertura de un bosque tropical, el monitoreo de mamíferos en forma directa resulta poco práctico y costoso, por lo que resulta factible la utilización de varios métodos de observación para obtener mejores resultados.

En general se dice que animales de mayor tamaño tienen mayor ámbito de hogar que aquellos de menor tamaño (entiéndase por ámbito de hogar como el área que el animal requiere para cubrir sus necesidades de alimentación y reproducción).

Los transectos deben estar distribuidos idealmente en forma aleatoria, o de forma práctica y factible para el muestreo. Entre más sitios tengamos para la búsqueda, mayor será la probabilidad de registrar los rastros de este grupo de especies y entre más grande sea el área del monitoreo mayor será el número de transectos que debemos recorrer. Así mismo, si el área es muy

heterogénea en cuanto a la diversidad de ambientes se debe tratar al máximo de cubrirlos todos con los transectos. (Arévalo, 2001).

Como ya se menciona en este grupo las especies tienen distintas horas de actividad, por lo que se requiere realizar los conteos diurno (6:00 a 14:00 horas) y nocturnos (19:00 a 24:00 horas), con el fin de registrar la mayor riqueza posible del área. En caso de escuchar un sonido característico mediante el cual se pueda identificar la especie, se tomara nota de al menos un individuo escuchado, sin embargo quedara a consideración de la persona si puede discriminar el número de individuos mediante sonidos.

Para la identificación se utilizaron guía de campo de este grupo en particular (Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2009; Aranda, 2012) el ordenamiento filogenético y la nomenclatura utilizada para los taxa se tomó de Ceballos y Arroyo-Cabrales (2102) y Sosa-Escalante et al. (2013).

Como **RESULTADO** de los muestreos realizados, se pudo verificar la presencia de 24 especies de vertebrados de fauna silvestre.

Reptiles

Para el caso de los reptiles se registraron 5 especies que representan el 20.8 % de los registros de especies de fauna silvestre encontrada en todo el predio bajo estudio. Todos los reptiles reportados se registraron de manera visual dentro del predio.

Aves

En total se verificaron 16 especies de aves que representan el 66.7% de las especies registradas para la zona del proyecto. La mayoría de estas especies se registraron en vuelo hacia otras zonas. Solamente dos registros fueron realizados mediante el canto.

Mamíferos medianos y grandes

En el predio bajo estudio se registró tres especies que representa el 12.5 % de la riqueza total observada en el predio.

Tabla VI. 15 Las especies verificadas se enlistan a continuación:

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ATRIBUTOS	REGISTROS	TIPO DE REGISTRO			
						Ex creta	Visual	Auditivo	Ma driguer a
REPTILES	Colubridae	Senticolis triaspis	Ratonera oliva		1		X		
	Iguanidae	Ctenosaura similis	Iguana rayada	A	1		X		

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ATRIBUTOS	REGISTROS	TIPO DE REGISTRO			
						Excreta	Visual	Auditivo	Madrugada
	Phrynosomatidae	Sceloporus chrysostictus	Lagartija comun	*	3		X		
	Polychrotidae	Norops sericeus	Anolis punto azul		2		X		
	Teiidae	Ameiva undulata	Yax merech		4		X		
AVES	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común	R	2		X		
	Columbidae	Leptotila jamaicensis	Paloma caribeña	R	1		X		
	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	R	3		X		
	Corvidae	Cyanocorax yncas	Chara verde	R	1		X		
	Corvidae	Cyanocorax yucatanicus	Chel	R	1		X		
	Icteridae	Dives dives	Tordo cantor		1		X		
	Icteridae	Icterus chrysater	Bolsero dorso dorado	R	2		X		
	Icteridae	Icterus gularis	Bolsero	R	4		X		
	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate	R	2		X		
	Mimidae	Mimus gilvus	Centzontle	R	1		X		
	Trochilidae	Amazilia rutila	Colibrí canela	R*	1		X		
	Turdidae	Turdus grayi	Zorzal pardo	R	3		X		
	Tyrannidae	Contopus cinereus	Pibi tropical	R	2		X		
	Tyrannidae	Myiozetetes similis	Luis gregario	R	2		X		
	Tyrannidae	Pitangus sulfuratus	Bienteveo	R	1		X		
Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano tropical		3		X			
MAMÍFEROS	Geomyidae	Orthogeomys hispidus	Tuza		1		X		X
	Dasypodidae	Dasypus novemcintus	Armadillo		1		X		X
	Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache		2		X		

*= endémica a la provincia biótica península de Yucatán

R= residente; M= migratoria

A=Amenazada NOM-059-SEMARNAT-2010

Riqueza y abundancia faunística en el predio bajo estudio.

En el predio se registraron en total 24 especies, 48 individuos, pertenecientes a 22 géneros y 19 familias (Tabla siguiente).

Tabla VI. 16 Riqueza y abundancia de especies de los grupos de fauna silvestre registradas en el predio bajo estudio

GRUPOS	RIQUEZA	ABUNDANCIAS
REPTILES	5	11
AVES	16	30
MAMÍFEROS	3	4
TOTAL	24	45

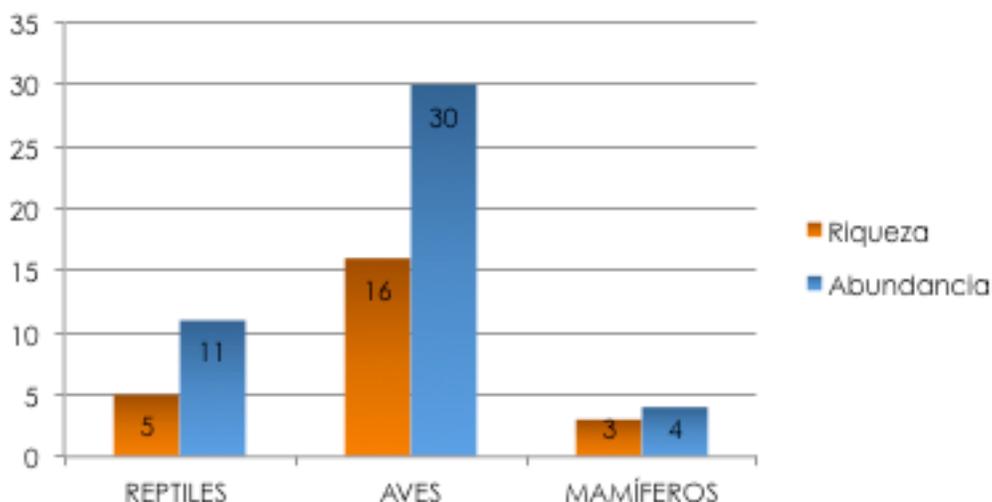


Figura IV. 16 Riqueza específica y abundancia de vertebrados terrestres.

Las aves obtuvieron la mayor riqueza por grupo de vertebrados así como el más abundante (66.7% de los individuos registrados), seguida por los reptiles (con el 20.8% restante).

Diversidad y equidad por grupo faunístico

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

Reptiles. Para el caso de los reptiles se registraron un total de 5 especies, lo cual representa el 20.8 % del total de fauna silvestre registrada dentro del predio. El índice de diversidad y equidad dentro de este grupo de fauna se puede observar a continuación en las siguientes tablas.

Tabla VI. 17 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de reptiles del predio bajo estudio.

ESPECIE	NO. DE IND	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Senticolis triaspis</i>	1	0.09	-2.39790	0.2180
<i>Ctenosaura similis</i>	1	0.09	-2.39790	0.2180
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	3	0.27	-1.29928	0.3543
<i>Norops sericeus</i>	2	0.18	-1.70475	0.3100
<i>Ameiva undulata</i>	4	0.36	-1.01160	0.3679
TOTAL	11			1.4681

Tabla VI. 18 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles del predio bajo estudio.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	5
H' CALCULADA	1.4681
H' MAXIMA=Ln (S)	1.6094
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9122
H MAX-H CAL	0.1413

El grupo faunístico de los reptiles en el predio, posee una riqueza específica de 5 especies, las cuales poseen una distribución de 0.9122, 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 1.6094 y la H' calculada fue de 1.4681, 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 16 especies de aves que representan el 66.7% de las especies de fauna registradas dentro del predio bajo estudio. La mayoría de estas especies se registraron descansando en los árboles de mayor tamaño presentes dentro del predio y en los linderos de las brechas presentes en el mismo.

Tabla VI. 19 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de las aves del predio bajo estudio.

ESPECIE	NO. DE IND	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Coragyps atratus</i>	2	0.07	-2.70805	0.1805
<i>Leptotila jamaicensis</i>	1	0.03	-3.40120	0.1134
<i>Zenaida asiatica</i>	3	0.10	-2.30259	0.2303
<i>Cyanocorax yncas</i>	1	0.03	-3.40120	0.1134
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	1	0.03	-3.40120	0.1134
<i>Dives dives</i>	1	0.03	-3.40120	0.1134

ESPECIE	NO. DE IND	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Icterus chrysater</i>	2	0.07	-2.70805	0.1805
<i>Icterus gularis</i>	4	0.13	-2.01490	0.2687
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	0.07	-2.70805	0.1805
<i>Mimus gilvus</i>	1	0.03	-3.40120	0.1134
<i>Amazilia rutila</i>	1	0.03	-3.40120	0.1134
<i>Turdus grayi</i>	3	0.10	-2.30259	0.2303
<i>Contopus cinereus</i>	2	0.07	-2.70805	0.1805
<i>Myiozetetes similis</i>	2	0.07	-2.70805	0.1805
<i>Pitangus sulfuratus</i>	1	0.03	-3.40120	0.1134
<i>Tyrannus melancholicus</i>	3	0.10	-2.30259	0.2303
TOTAL	30			2.6557

Tabla VI. 20 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves del predio bajo estudio.

AVES	
RIQUEZA (S)	16
H' CALCULADA	2.6557
H' MAXIMA=Ln (S)	2.7726
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9579
H MAX-H CAL	0.1169

El grupo faunístico de los aves del ecosistema de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia por afectar dentro del predio, posee una riqueza específica de 16 especies, las cuales poseen una distribución de 0.9579, 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 2.7726 y la H' calculada fue de 2.6557, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico está cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Mamíferos medianos y grandes. Con la ayuda de guías específicas para la identificación de la mastofauna y los trabajos en campo, se logró identificar la presencia de 3 especies de mamíferos que representa el 12.5 % de los registros.

Tabla VI. 21 Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de los mamíferos del predio bajo estudio.

ESPECIE	NO. DE IND	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Orthogeomys hispidus</i>	1	0.25	-1.39	0.3466
<i>Dasyopus novemcintus</i>	1	0.25	-1.39	0.3466

ESPECIE	NO. DE IND	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Didelphis marsupialis</i>	2	0.50	-0.69	0.3466
TOTAL	4			1.0397

Tabla VI. 22 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos dentro del predio bajo estudio.

MAMÍFEROS	
RIQUEZA (S)	3
H' CALCULADA	1.0397
H' MAXIMA=Ln (S)	1.0986
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9464
H MAX-H CAL	0.0589

El grupo faunístico de los mamíferos del ecosistema de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia como hábitat por afectar en el predio, posee una riqueza específica de 3 especies de mamíferos, las cuales poseen una distribución de 0.9464, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida. Lo anterior se puede atribuir al registro de pocas especies de mamíferos dentro del predio bajo estudio derivado de la fuerte presencia humana cerca del polígono. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los mamíferos en nuestra área de estudio es de 1.0986 y la H' calculada fue de 1.0397, indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Únicamente se observó un individuo de *Ctenosaura similis* dentro de los transectos realizados, esta especie está catalogada como Amenazada, se tomarán las medidas pertinentes para proteger a esta especie.

Análisis de la fauna

En términos generales, la ocupación del espacio físico natural del terreno por la maquinaria, aunado a la eliminación de la cobertura vegetal en el predio, serán los impactos más relevantes sobre la comunidad de fauna en la zona, ya que se ocasionará la reducción del hábitat disponible. Se prevé entonces una migración hacia otras colindancias inmediatas con sistemas semejantes a las del predio del proyecto. Sin embargo, dado que el proyecto contempla, que los camellones centrales mantengan vegetación principalmente para las aves que fueron el grupo más numeroso, esto permitirá el retorno gradual de algunas especies adaptadas al nuevo sistema y la adaptación de los ya presentes.

En consecuencia, el sitio del proyecto y su área de influencia directa no conforman ninguna 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 (desarrollos hoteleros). Las zonas de reproducción y/o anidación importantes del estado de Yucatán así como los corredores biológicos de importancia se encuentran hacia y en la costa fuera de la influencia urbana, precisamente en los polígonos de las reservas naturales existentes de competencia estatal y federal.

Se reconoce que la fauna silvestre se distribuye conforme a características del hábitat tales como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la modificación al entorno natural causada por las actividades antropogénicas).

IV.2.1.4 Medio socioeconómico

Demografía

El Estado de Quintana Roo se caracteriza por un crecimiento moderado en los años treinta con 10,620 habitantes y hasta principios de los años sesenta con 60,169 habitantes; en los setenta se registró un total de 88,150 habitantes, década en la cual se impulsan desarrollos turísticos en Cancún y Riviera Maya que ha dado pauta a un crecimiento vertiginoso que a partir de 1980, conforma una población estatal de 225,985 habitantes.

En el período de 1980 a 1990, la población se duplicó con 493,277 habitantes; para 1990, en solo en cinco años, de 1990 a 1995 la población se incrementó hasta un registro de 210,259 habitantes. Esto refleja el intenso incremento poblacional en el Estado en períodos breves que continúan registrándose del 2000 al 2005, en donde de 874,963 habitantes se pasó a 1,135,309 habitantes, es decir un incremento neto de 260,346 habitantes.

En los últimos 35-37 años la población estatal ha crecido 13 veces, si se toma en cuenta que la población en Quintana Roo en el año 1970 tenía 88,150 habitantes, en el año 2000 tenía 874,963 habitantes, con una tasa de crecimiento anual de 7.9% para este año, y en el año 2005-2007 su población ha alcanzado los 1,135,309 habitantes.

La magnitud del crecimiento de la población desde el año 1910 al año 1970 fue del orden de 9.7 veces, es decir, en 6 décadas, mientras que el crecimiento poblacional en un tiempo de 35-37 años entre 1970 al 2005-2007 la población aumentó su tamaño 13 veces.

En el Municipio, las principales localidades urbanas en el 2005, están constituidas por: Tulum con 14,790 habitantes, que absorbe el 10.91% del total municipal, conformando en estas dos localidades la concentración en un 84% de la población del municipio. El resto de la población se distribuye en localidades rurales distribuidas en el Municipio de Solidaridad conformando el 15 % del total municipal.

Los municipios con mayor población inmigrante son Solidaridad y Benito Juárez, seguidos de Cozumel e Isla Mujeres. Los porcentajes menores se localizan en Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y Lázaro Cárdenas; en un nivel medio se encuentra Othón P. Blanco.

La construcción del proyecto provocará inmigración principalmente por pobladores que requerirán de empleo temporal (obreros principalmente), inmigración que no se considera sustancial, ya que en la zona, el desarrollo de construcciones de infraestructura turística, y la operación y mantenimiento de la misma, conlleva más requerimientos de trabajo que atrae a inmigrantes como obreros a salarios mínimos.

Aspectos Laborales

Las actividades terciarias sustituyeron, a partir de 1975, las actividades primarias de los sectores agropecuarios, silvícola y pesquero, como principal actividad económica. Indiscutiblemente, la actividad económica preponderante del Tulum es el turismo y los servicios que lo rodean han registrado un crecimiento sostenido a lo largo de los últimos años.

Tulum por su ubicación estratégica en el extremo sur de la Riviera Maya comparte con esta la actividad turística como base de su economía. Tulum concentra una oferta hotelera cercana a los 2,000 cuartos de hotel. Sin embargo, la oferta hotelera de Tulum presenta diferencias sustantivas con respecto al resto de la Riviera Maya: son hoteles de baja densidad, orientados a un mercado de turistas de mediano y alto ingreso interesado en la cultura, el contacto con la naturaleza.

La ciudad de Playa del Carmen y Tulum son los más importantes centros de distribución de la Riviera Maya. Los principales giros comerciales son: compraventa de artesanías, compraventa de abarrotes, minisuper-licorería, compraventa de prendas de vestir, actividades subacuáticas y materiales de construcción.

Ingreso per cápita por rama de actividad productiva, población económicamente activa (PEA)

Los datos del Censo de Población y Vivienda de 2000 y las informaciones municipales nos arrojan una actividad en el sector terciario dentro de la localidad muy importante puesto que representa más del 73% registrado como media municipal, de los empleos que se ocupan en municipio. La actividad más representativa es la que se refiere a los servicios hoteleros, es decir, la mayoría de la población económicamente activa ocupada de la localidad se emplea en servicios al turismo, pudiendo adicionarse un buen número del sector secundario en virtud de que los empleos generados por concepto de la industria de la construcción a su vez, en su mayoría están relacionados con la misma actividad, al ser producto de la construcción y desarrollo de hoteles y servicios.

IV.2.1.5 Paisaje

El concepto paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual.

La primera se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en este territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad.

El sistema ambiental de esta zona, corresponde y cuenta con las características asociadas a la selva mediana subperennifolia; este tipo de vegetación será afectada en algunas zonas debido a la construcción de la carretera en cuestión. Adicionalmente se implementarán programas de vigilancia y supervisión de las obras de construcción que permitirá reducir la afectación de dicha fauna.

IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto

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.

Por su parte, la Ley de Aguas Nacionales en su Artículo 3, fracción XLIX, define servicios ambientales como los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad; para la aplicación de este concepto en esta Ley se consideran primordialmente los recursos hídricos y su vínculo con los forestales.

De acuerdo a los trabajos desarrollados en el predio y a la revisión de la información de la microcuenca, en el predio se pueden identificar algunos servicios ambientales que proveen los recursos forestales presentes y de acuerdo con la naturaleza del proyecto, se verán afectados por el desarrollo del mismo.

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

De acuerdo a la definición anterior, se puede sostener que la eliminación total o parcial de la vegetación en un área determinada, está estrechamente relacionada con los servicios ambientales proporcionados en terrenos forestales o preferentemente forestales. Algunos de los servicios ambientales que se ponen en riesgo por el cambio de uso de suelo al efectuarse el proyecto son los siguientes:

1. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.
2. PROVISIÓN DE AGUA EN CANTIDAD Y CALIDAD
3. PROTECCIÓN Y FORMACIÓN DE SUELOS.
4. MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO (BIOMASA FORESTAL Y CAPTURA DE CARBONO, LIBERACIÓN DE OXÍGENO Y MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA)

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

Los servicios ambientales que se afectaran por el presente proyecto y que fueron identificados anteriormente se describen a continuación:

1. PROTECCIÓN DE 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 (Toledo, 1994¹; Zamorano de Haro, 2009²).

¹ Toledo, V. M., 1994, "La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventa". *Ciencias*. 34: 43-58 pp.

² Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

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

Los análisis de riqueza, abundancia y diversidad para la flora y fauna del área que se solicita para CUSTF indican que en el área de estudio se está protegiendo la siguiente biodiversidad:

FLORA SILVESTRE.

Como se menciona en párrafos anteriores de este Capítulo para el caso de la flora silvestre a afectar por el CUSTF se registró una composición florística de 29 familias 46 géneros y 47 especies, en donde el estrato más representado es la herbácea, localizada en más del 68 % del predio.

Dentro del **estrato herbáceo** se registró una riqueza específica de 32 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Bravaisia berlandieriana* (82.64%), *Lasiacis divaricata* (20.55%) y *Cynodon dactylon* (17.66%) En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato herbáceo se tuvo un valor de 2.6610 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra cercana a la máxima recuperación de acuerdo al índice de equidad $J=0.7678$.

En el **estrato arbustivo** se registró una riqueza específica de 21 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Neea choriophylla* (44.82%) seguida de *Gymnopodium floribundum* (31.09%) y *Diospyros tetrasperma* (22.10%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato arbustivo se tuvo un valor de 2.7268 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra en recuperación de acuerdo al índice de equidad $J=0.8956$.

Por último, en el **estrato arbóreo** se registró una riqueza específica de 23 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Manilkara zapota* (32.57%), *Caesalpinia gaumeri* (31.84%), y *Coccoloba spicata* (26.95%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato arbóreo se tuvo un valor de 2.8524 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra en recuperación de acuerdo al índice de equidad $J=0.9097$.

Dentro del área del predio se observaron algunos individuos de la especie *Thrinax radiata* y *Pseudophoenix sargentii* catalogadas en la NOM-059-SEMARMAT-2010 como especies amenazadas. Así mismo se registraron 7 especies endémicas de la región Península de Yucatán.

FAUNA SILVESTRE.

En cuanto a la fauna silvestre se registraron 24 especies de vertebrados. En cuanto a importancia y representatividad por grupos faunísticos se tiene que las aves son las más importantes (66.7%), seguido de reptiles (20.8%) y Mamíferos (12.5%).

Los **Reptiles** registraron una riqueza específica de 5 especies con abundancia de 11 individuos. El índice de Shannon-Wiener y Equidad indica un valor de 1.4681 y 0.9122. 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 16 especies con abundancia de 30 individuos. El índice de Shannon-Wiener, Simpson y Equidad indica un valor de 2.6557 y 0.9579.

Por último, los **Mamíferos** permitieron un registro de 3 especies con abundancia de 4 individuos. El índice de Shannon-Wiener, Simpson y Equidad indica un valor de 1.0397 y 0.9464.

Se reportan 1 especie de fauna Silvestre catalogada bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Mexicana y especies endémicas de la Región Península de Yucatán.

Este es la carga biótica y parte importante de la biodiversidad protegida presente dentro del área de afectación por el CUSTF. Sin embargo, debido a la vegetación presente en el área de estudio es secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia con vocación forestal, cuya riqueza y diversidad de especies se encuentra por debajo a los registrados en otras áreas con características similares de vegetación (selva mediana subperennifolia) del estado de Quintana Roo y de la subcuenca Quintana Roo.

Es importante mencionar que la superficie a afectar por el CUSTF (desmonte) mediante el presente proyecto será mínima e imperceptible comparada con la superficie total de selva mediana subperennifolia presente en la subcuenca Quintana Roo. Es trascendental mencionar que las especies de flora y fauna que en un momento dado serán afectadas por el presente proyecto son de amplia distribución en la región Península de Yucatán.

De igual manera, se mantendrá en el predio bajo estudio áreas verdes correspondientes a los camellones que permitirán sobretodo a las especies de aves que fueron las más abundantes establecerse en esta zona. es de gran importancia, ya que permitirá la continuidad de los servicios ambientales de la zona y contribuirá de manera importante para la protección de la biodiversidad, suelo y la captación del acuífero, entre otros.

Asimismo, se tienen planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para protección de la fauna silvestre cuyo objetivo principal es proteger la flora y la fauna silvestre y por ende la biodiversidad de la región.

2. PROVISIÓN DEL AGUA EN CANTIDAD Y CALIDAD.

Este servicio ambiental está relacionado con la función de los bosques y selvas tropicales como reguladores del agua y garantes de su disponibilidad y calidad. Muchos de los patrones hídricos observados en una cuenca, al igual que la cantidad y calidad del agua que de ella emana, dependen de su relieve y pendiente, así como de su tamaño, ubicación geográfica, tipo de suelo y, por supuesto, del conjunto de los ecosistemas que la conforman.

Los múltiples estratos de la vegetación interceptan el agua de la lluvia y la canalizan lentamente por hojas, ramas y troncos hacia el suelo, de manera que regulan el escurrimiento pluvial y evitan que el suelo se sature. A su vez, la densa hojarasca y suelos con un alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, característicos de ecosistemas tropicales, permiten la filtración lenta hacia el subsuelo a manera de filtro natural, generando un reservorio de agua dulce.

EN CANTIDAD.

El balance hidrológico determina la cantidad anual de agua dulce en el estado de Quintana Roo. Así, se calcula que el estado presenta un volumen de recarga natural del acuífero subterráneo de 8 174 millones de metros cúbicos (Mm³), con una descarga natural hacia el mar de 4 918 Mm³, lo que deja una disponibilidad total de 3 256 Mm³; de los cuales se utilizan solamente 423 Mm³, que corresponden a 13 % del agua disponible (González-Canto, 2006³).

El grado de presión por extracción sobre el recurso hídrico en el estado es muy bajo (5 %) si se compara con los estados del norte del país, donde la presión sobre el agua subterránea es alta (mayor a 40 %), o con la ciudad de México, donde llega hasta 126 % (Conagua, 2006⁴). La disponibilidad natural promedio de agua dulce per cápita en la Península de Yucatán es de 8 011 m³/hab/año, que representa el doble del promedio nacional que es de 4573 m³/hab/año (Conagua, 2006). De acuerdo con este balance, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo.

No obstante a los datos anteriores, Chow, *et al.* (1994), menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y cubierta vegetal presente, de tal manera que una zona con suelo de textura arenosa y vegetación en abundancia, tendrá menor capacidad de escurrimiento (mayor infiltración) que una zona carente de vegetación donde no existen horizontes edáficos. El retiro de la vegetación potencializa el escurrimiento de agua en una cuenca, proceso que repercute en el balance hidrológico de la misma al disminuir el suministro gradual de agua al acuífero, sin embargo tomando en cuenta las dimensiones del área de CUSTF en el predio (7.858994 ha) con respecto a las dimensiones de la subcuenca Quintana Roo (1,437,229 ha) que es donde se encuentra inmerso el proyecto, una variación en el coeficiente de escurrimiento por más drástico que sea el cambio, no podrá alterar el flujo ni cantidad disponible de agua en la cuenca antes

³ González Canto F.A. (2006). Los retos del agua en Quintana Roo. Acciones locales para un reto global. IV Foro Mundial del Agua, México.

mencionada. Considerando lo anterior se asume que las posibles afectaciones hacia este servicio ambiental, serán puntuales y sólo se limitarán a la superficie de cambio de uso de suelo propuesta.

EN CALIDAD.

De acuerdo con este balance hidrológico del estado de Quintana Roo, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado, que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también re presenta una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático. Esta contaminación puede ser natural debido a la disolución de materiales que componen el subsuelo (yesos y anhidritas) o por la entrada de agua de mar en los sitios cercanos a la costa. Pero también puede ser provocada por el ser humano, en la medida en que una extracción excesiva de la capa de agua dulce provoca el ingreso de agua salada de la capa inferior, proceso que se conoce como intrusión salina.

De manera particular en el área de estudio se tienen las siguientes condiciones en cuanto a la calidad del agua:

De acuerdo con los estudios realizados por Infraestructura Hidráulica y Servicios (diciembre 2001), la calidad del agua comprendida en la zona, alcanza los valores que se anotan en la tabla siguiente.

Tabla VI. 23 Valores de calidad del agua en la zona donde se realizará el proyecto.

PARÁMETRO	UNIDAD	POZO A 18.25 m	POZO A 12.5 m
Conductividad eléctrica	Mmhos/cm	687	469
OD	mg/l	0.8	3.4
pH		7.32	7.37
Contenido Equivalente de H ₂ S	mg/l	Ausente	Ausente
Ca	mg/l	73	73.39
Mg	mg/l	25.39	6.29
Na	mg/l	46.71	130.12
K	mg/l	2.62	2.55

PARÁMETRO	UNIDAD	POZO A 18.25 m	POZO A 12.5 m
Bicarbonatos	mg/l	241	198
Sulfatos	mg/l	0.19	0.19
Coliformes fecales	NMP/100-ml	3	4
Nitratos	mg/l	0.26	0.016
Nitritos	mg/l	2.2	0.9
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	361	279
Alcalinidad Total	mg/l	237.03	196.88

Las unidades geohidrológicas presentes en la región del proyecto están conformada por material consolidado compuesta por rocas calcáreas en estratos delgados y gruesos, el acuífero es de tipo libre, recargado por lluvias, su nivel estático fluctúa entre 0.5 m y 20 m, con temperatura promedio de 20 °C, la dirección del flujo es hacia la costa, con una calidad del agua tolerable.

Durante el CUSTF por el proyecto, se generarán aguas residuales producto del fecalismo de los trabajadores. Por lo tanto, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales provenientes de los frentes de trabajo durante la construcción se contratara una empresa arrendadora de sanitarios portátiles certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 letrina por cada 20 trabajadores por frente de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizara la disposición final de las aguas residuales y por último, exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento anteriormente mencionado.

Se aplicara un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos para los residuos que se generen en los frentes de trabajo con el fin de evitar lixiviados de los mismos y contaminación del suelo y del agua.

Se realizará mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos con el fin de evitar descomposturas en el área del proyecto. En caso de derrames accidentales se retiraran del sitio el suelo contaminado y se dará tratamiento de residuo peligroso..

Como se describió anteriormente el proyecto realizará las obras y medidas de prevención que garantizaran que el proyecto no afecte la calidad del agua.

Por todo lo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la calidad del agua con respecto al predio y a su vez a la subcuenca peninsular.

3. PROTECCIÓN Y FORMACIÓN DE SUELOS.

En principio, el área de estudio no puede considerarse como **tierras frágiles**, ya que su profundidad efectiva y pedregosidad, permiten el desarrollo de especies de plantas de manera casi inmediata. Por otro lado la pendiente del área de estudio es plana (0.01 % de relieve) y que

contribuye a evitar un mayor arrastre de suelo (humus y germoplasma vegetal) y evitar la salinidad del mismo.

Así mismo, de acuerdo a las texturas del suelo (Litosol-Rendzina) del área bajo estudio se puede inferir que presenta un drenaje alto, contribuyendo de esta manera a la retención y recarga del acuífero de la zona. Por otro lado, el suelo del área bajo estudio se puede considerar como de baja susceptibilidad a la erosión y de ligera fertilidad (Chiappy y Gama *et al*; 2004⁵).

No obstante a lo anterior, la vegetación funge como fijadora del suelo, lo cual es importante en la región ya que se trata de un recurso limitado y susceptible ante fenómenos como la erosión, la pérdida de materia orgánica o la contaminación. Es un recurso no renovable con una cinética de degradación relativamente rápida en comparación con las tasas de formación y regeneración que son extremadamente lentas. Los objetivos que deben alcanzarse en la protección del suelo son: proteger este recurso de la erosión, mantener la materia orgánica del mismo y proteger su estructura evitando su compactación.

Este servicio se identifica con una importancia baja en función de las características de relieve en la cuenca, la cual carece de pendientes y gradientes de altitud que ocasionen que cuando se realiza la remoción de vegetación se genere un proceso de pérdida de suelo por erosión eólica o hídrica. Por otra parte, la ausencia de corrientes superficiales elimina la posibilidad de que exista un arrastre de sedimentos que finalmente se depositen en lagos o humedales.

De acuerdo a los estudios desarrollados por Chiappy y Gama *et al* (2004), con respecto a la erosión potencial detectada en la Península de Yucatán, existen 44,875 km² de zonas con erosión baja, más de 70,000 km² tiene erosión moderada o sea la mayor parte de este territorio, 16,000 km² aproximadamente de moderada-fuerte y la menor extensión con erosión fuerte. Estos aspectos coinciden con las características, geomorfológicas y edáficas que se presentan en el territorio, donde las diversas actividades antrópicas desarrolladas juegan un papel especialmente en el uso del suelo.

Tomando en cuenta lo anterior y como se comento anteriormente el área de estudio se encuentra inmerso dentro de una zona con erosión potencial baja con una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia. Por lo que el CUSTF en el área de estudio vendría a contribuir con el 0.00013 % de la erosión potencial baja en la península de Yucatán. Con base en dichos criterios se identifica un grado de afectación bajo a este servicio ambiental.

Por otra parte el proyecto llevará a cabo las medidas de mitigación y compensación tales como el establecimiento de un área verede que permitirán la continuidad de la prestación del servicio ambiental protección y formación del suelo.

4. MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

⁵ Chiappy C. y L Gama (2004). Modificaciones y fragmentación de los geocomplejos tropicales de la Península de Yucatán. Universidad y Ciencia. Número especial. 1: 17-25.

BIOMASA FORESTAL Y CAPTURA DE CARBONO.

Este servicio ambiental se refiere a la extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera a través de la vegetación, por medio del proceso biológico de la fotosíntesis.

Los árboles absorben el dióxido de carbono (CO₂) atmosférico junto con elementos del suelo y aire; la cantidad de CO₂ que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Aproximadamente del 42 % al 50 % de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura.

Los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árbol, suelos, topografía y prácticas de manejo. La acumulación de carbono, llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. El punto de saturación se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo.

De manera puntual en el área del proyecto se tiene lo siguiente:

Tabla VI. 24 Biomasa forestal y contenida de carbono por hectárea presente en el predio en donde se solicita cambio de uso del suelo.

Espece	VTA (m ³ /Ha)	DENS BÁSIC A (Ton/ m ³ /ha)	BIOMASA (Ton/ha)	FEB	BIOMAS A TOTAL (Ton/ha)	CONTENI DO DE CARBON O (Ton/ha)
Metopium brownie (Jacq.) Urb.	16.9475	0.95	16.1001	1.6	25.7602	12.8801
Mosannona depressa (Baill.) Chatrou.	1.0390	0.95	0.9870	1.6	1.5792	0.7896
Plumeria obtusa L.	0.7681	0.43	0.3303	1.6	0.5285	0.2642
Pseudophoenix sargentii H. Wendl. ex Sarg.	0.4774	0.43	0.2053	1.6	0.3284	0.1642
Cordia gerascanthus L.	2.5274	0.91	2.2999	1.6	3.6799	1.8399
Bursera simaruba (L.) Sarg.	4.6187	0.43	1.9861	1.6	3.1777	1.5888
Diospyros tetrasperma Sw.	0.0848	0.63	0.0534	1.6	0.0855	0.0428
Croton reflexifolius Kunth.	0.9802	0.43	0.4215	1.6	0.6744	0.3372
Vitex gaumeri Greenm.	1.9715	0.63	1.2421	1.6	1.9873	0.9937
Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.	1.6809	0.91	1.5296	1.6	2.4474	1.2237

Espece	VTA (m ³ /Ha)	DENS BÁSIC A (Ton/ m ³ /ha)	BIOMASA (Ton/ha)	FEB	BIOMAS A TOTAL (Ton/ha)	CONTENI DO DE CARBON O (Ton/ha)
Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.	1.6264	0.95	1.5450	1.6	2.4721	1.2360
Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	5.3728	0.63	3.3849	1.6	5.4158	2.7079
Piscidia piscipula (L.) Sarg.	0.2810	0.91	0.2557	1.6	0.4091	0.2046
Luehea speciosa Willd.	0.2145	0.54	0.1158	1.6	0.1854	0.0927
Ficus maxima Mill.	1.8414	0.54	0.9943	1.6	1.5909	0.7955
Eugenia foetida Pers.	0.3461	0.73	0.2527	1.6	0.4043	0.2021
Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.	3.6080	0.63	2.2731	1.6	3.6369	1.8185
Neea psychotrioides Donn. Sm.	0.6244	0.54	0.3372	1.6	0.5395	0.2697
Coccoloba spicata Lundell	0.4750	0.73	0.3468	1.6	0.5548	0.2774
Gymnopodium floribundum Rolfe.	0.1767	0.54	0.0954	1.6	0.1527	0.0763
Alseis yucatanensis Standl.	0.5953	0.91	0.5417	1.6	0.8667	0.4334
Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.	6.2184	0.95	5.9074	1.6	9.4519	4.7259
	52.4755		41.2053		65.9285	32.9643

Como puede observarse en la tabla anterior, en el área forestal del predio donde se pretende realizar el proyecto en cuestión, las comunidades forestales de selva mediana subperennifolia contienen **65.9285** toneladas de biomasa y **32.9643** toneladas de carbono por hectárea.

Considerando la superficie que se determinó como forestal 7.858994 ha y los resultados obtenidos en la tabla anterior, las zonas forestales del predio contienen 518.1320 toneladas de biomasa y 259.0660 toneladas de carbono.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que el CUSTF en el predio bajo estudio llevaría a remover una biomasa forestal de 518.1320 toneladas y una liberación en el ambiente de 259.0660 toneladas de carbono que podría tener un impacto sinérgico temporal sobre la alteración de la temperatura local, que al cabo de un tiempo y con las medidas de rescate y reubicación de especies de flora nativa planteadas en el proyecto se revertiría de manera positiva dicho efecto.

Como se puede observar si bien el presente proyecto afectara la captación de CO₂ su impacto será mínimo, puntual y reversible.

GENERACIÓN DE OXÍGENO.

Los árboles son grandes responsables de purificar el aire y de producir oxígeno limpio y puro a través de sus hojas, captan la energía de la luz que en su interior se mezcla con compuestos

orgánicos y libera oxígeno. Este proceso es conocido como fotosíntesis y es muy importante, ya que sólo se necesita un árbol para producir cerca de los 360 litros de oxígeno que necesita una persona adulta por día. (Fundación Chile, Ministerio de Educación de Chile).

Un árbol produce el oxígeno necesario para:

Una persona adulta

Ocho bebés

Dos niños

Cinco perros

Veinte gallinas

De acuerdo a la información obtenida, un árbol adulto o de características grandes genera 0.36 toneladas de O₂ por día.

Debido a que el arbolado por remover en el área del proyecto en cuestión es de características de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia de aproximadamente 15 años de sucesión y con vocación forestal en donde la generación de O₂ es menor a lo que genera un árbol maduro de la vegetación primaria de la selva mediana antes mencionada. En el área que se solicita para CUSTF (7.858994 ha) se encontraron 7, 387 elementos arbustivos y arbóreos de diferentes medidas dasométricas que visualizan que es una vegetación en mediana recuperación y con vocación forestal.

Pensando de manera extremista y considerando de que el total de elementos arbustivos y arbóreos registrados en el área de CUSTF (7.858994) fueran todos adultos, entonces la remoción de la vegetación llevaría a perder la generación de oxígeno en una cantidad similar de 9,786.24 Ton/día y 3,571,977.6 ton/anual.

Sin embargo, como ya se menciona anteriormente en el área de afectación se mantendrá un área verde que seguirá prestando los servicios ambientales como la generación de O₂.

En resumen, se puede indicar que la construcción del proyecto en cuestión no afectara grandemente la captura de CO₂ y la producción de O₂ y que este efecto será mínimo, puntual y reversible, sobre todo con la ayuda de las actividades de rescate y reubicación de las especies nativas planteadas por el proyecto dentro del predio bajo estudio.

MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA.

Tomado un enfoque sistémico, podemos visualizar el medio físico en el que se encuentra inmerso el proyecto, como un sistema en el que existe un balance de materia y energía. Al momento de haber un cambio en la composición natural del medio, es posible generar alteraciones que rompan el equilibrio de dicho sistema. Bajo este tenor, encontramos que existirán cambios de temperatura en el sotobosque y a nivel de mesofauna, registrando aumentos de evaporación debido a la radiación directa, así como cambios en los ciclos biogeoquímicos naturales a una escala local. Sin embargo, considerando el entorno urbano que rodea el área

donde se llevará a cabo el proyecto, es posible que las alteraciones locales queden marcadas como eventos aislados, en donde la capacidad de resiliencia y resistencia del sistema, junto con medidas de mitigación, disminuyan el efecto negativo.

A manera de conclusión, podemos decir que resulta evidente el cambio de patrones climáticos locales con el desarrollo del proyecto, ya que es posible generar variaciones en la evapotranspiración, evaporación, radiación en el suelo, desecación, así como aumento de la temperatura, entre otros. Sin embargo, dichos cambios no podrán ser cruciales en la dinámica de la subcuenca, dado que la superficie del predio (0.0013 % de representatividad) resulta poco significativa en comparación con ésta.

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 Diagnóstico ambiental

El área de estudio actualmente se encuentra ocupada por vegetación de selva mediana subperennifolia. El tipo de suelo imperante en la zona es el Litosol-Redzina caracterizado por no tener un gran espesor, es de baja fertilidad y de reciente origen. El relieve en la zona es principalmente plana. No se registraron sistemas de aguas superficiales en el área de estudio, lo que es indicativo de la presencia importante de las aguas subterráneas como fuente abastecedora del recurso agua en la zona.

En el área cercana al área de estudio son evidentes los procesos de urbanización y desarrollo turístico, como las principales causas del cambio de uso de suelo y constituyen la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso. Sin embargo, es necesario, reconocer que aún existen grandes extensiones con vegetación de selva en proceso de recuperación. De hecho la vegetación de selva mediana subperennifolia es la más extensa dentro de la subcuenca Quintana Roo con una extensión de 1, 060, 338 Ha con una representatividad de 73.78% del total de tipos de vegetación.

Para prevenir y controlar los impactos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación en una superficie de 7.858994 ha, se deberán respetar las disposiciones que señala el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Tulum. De esta manera, mediante el cumplimiento ambiental se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasionara la erosión de los suelos del área de estudio.

CONTENIDO

V.	IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL	2
V.1	Identificación de impactos	2
V.1.1	Lista indicativa de indicadores de impacto	4
V.1.2	Criterios y metodologías de evaluación	8
V.1.3	Descripción de los impactos ambientales identificados	12
V.1.3.1	Construcción del escenario modificado por el proyecto	12
V.2	Caracterización de los impactos	13
V.3	Valoración de los impactos	16
V.4	Impactos residuales	19
V.5	Impactos acumulativos	20
V.6	Conclusiones	20

TABLAS

Tabla V. 1	Importancia del Impacto	5
Tabla V. 2	Matriz de Importancia	10
Tabla V. 3	Valores de importancia del Impacto	11
Tabla V. 4	Identificación de los efectos en el sistema ambiental	13
Tabla V. 5	Clasificación y descripción	15
Tabla V. 6	Impactos ambientales generados por el proyecto	16

FIGURAS

Figura V. 1	Vista de algunos caminos internos dentro del predio y en sus colindancias	12
Figura V. 2	Entrada y vista de la vegetación encontrada en el predio	13
Figura V. 3	Impactos ambientales generados por el proyecto	17

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL

V.1 *Identificación de 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.

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.

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.

V.1.1 Lista indicativa de indicadores de impacto

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 impactos 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:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde:

I = Importancia del impacto

± = Signo

IN = Intensidad

EX = Extensión

MO = Momento

PE = Persistencia

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia

AC = Acumulación

EF = Efecto

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en la tabla siguiente.

Tabla V. 1 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)	
Crítica	(+4)	Sin sinergismo	1
Acumulación (AC)		Sinérgico	2
Naturaleza		Momento (MO)	
Simple	1	Muy sinérgico	4
Acumulativo	4	Periodicidad (PR)	
Efecto (EF)		Irregular y discontinuo	1
Indirecto	1	Periódico	4
Directo	4	Importancia (I)	
Recuperabilidad (MC)		$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
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 sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

Acumulación. Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

Efecto. Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

Periodicidad. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

V.1.2 Criterios y metodologías de evaluación

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa, con base en la importancia li de los efectos que cada Acción Ai de la actividad produce sobre cada factor del medio Fj . 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 (IRi), 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 (IRj), 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 (IRPj), 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 (IRj) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (IRi) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

Valoración absoluta

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (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 l_i , de los efectos debidos a cada acción i

$$l_i = \sum_j l_{ij}$$

La importancia total ponderada IR_i , de los mismos

$$IR_i = \sum_j l_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

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

$$l_j = \sum_i l_{ij}$$

La importancia total ponderada IR_j , de los mismos

$$IR_j = \sum_i l_{ij} \cdot P_i / \sum_i P_i$$

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

$$I = \sum_i l_i = \sum_i l_i' + IP = I' + IP$$

La importancia total ponderada IR , de los mismos

$$IR = \sum_j IR_j = \sum_j l_j' R_i + IPR = I'R + IPR$$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la tabla siguiente se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

Tabla V. 2 Matriz de Importancia.

Factores	UIP	Situación 1								Situación 2																	
		Acciones						n + 1		Acciones						n + 1		n + 2		n + 3							
								Total								Total		Total efectos permanentes de la Sit. 1		Importancia total							
		1	2		i		n	1	2	1	2		i		n	1	2	1	2	1	2						
A ₁		A ₂		A _i		A _n		Ab.		Rel.		A ₁		A ₂		A _i		A _n		Ab.		Rel.		Ab.		Rel.	
F ₁	P ₁																										
F ₂	P ₂																										
F _j	P _j																										
F _m	P _m																										
Total	Absoluto																										
	Relativo																										

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta; Rel. = Importancia relativa

$$I_i = \sum_j I_{ij} \quad I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j \quad I_j = \sum_i I_{ij} \quad I_{Rj} = \sum_i I_{ij} \cdot P_i / \sum_i P_i \quad I_{Pj} = \sum_{i < n} I_{Pij} \quad I_{RPj} = \sum_{i < n} I_{RPij} \quad I_j = I'_j + I_{Pj} \quad I_{Rj} = I'_{Rj} + I_{RPj}$$

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 V. 3 Valores de importancia del Impacto.

Niveles de Impacto	
Ambiental Compatible	(<25)
Ambiental Moderado	(25-50)
Ambiental Severo	(50-75)
Ambiental crítico	(> 75)

La puesta en marcha del proyecto modificará 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.1.3 Descripción de los impactos ambientales identificados

V.1.3.1 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 la Avenida Tulum. Actualmente el escenario donde será llevado a cabo el proyecto es una zona, donde se pueden observar en el predio se encuentran especies representativas de la selva mediana subcaducifolia, lo cual concuerda con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI en su carta serie IV.

El predio cuenta con caminos rústicos, caminos y carreteras. Por otra parte cabe señalar que en una de las colindancias inmediatas se puede observar el centro artesanal Tulum, Hoteles y Villas, así como la zona arqueológica de Tulum.



Figura V. 1 Vista de algunos caminos internos dentro del predio y en sus colindancias.



Figura V. 2 Entrada y vista de la vegetación encontrada en el predio.

Los impactos ambientales que se presentarán 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 V. 4 Identificación de los efectos en el sistema ambiental.

IMPACTOS	MEDIO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación Acústica (Generación de Ruido). • Calidad del Aire (Generación de emisiones a la atmosfera). • Agua Subterránea (Afectación en la calidad del agua). • Suelo (Características fisicoquímicas, estructura y calidad).
	MEDIO BIÓTICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Afectación a la Flora (Cobertura, especies endémicas y protegidas). ▪ Afectación a la Fauna (Microfauna, fauna mediana y especies protegidas). ▪ Modificación del paisaje (Calidad escénica).
	MEDIO SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generación de empleos (Demanda de bienes).

V.2 Caracterización de los impactos

Para el proyecto se identificaron los impactos ambientales correspondientes a los factores ambientales de aire, suelo, flora y fauna durante las etapas de preparación del sitio, construcción del proyecto y la operación del mismo.

Las principales afectaciones que detectan por actividades propias del proyecto son:

- a) **Contaminación acústica (generación de ruido):** Los impactos se generarán 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.
- b) **Calidad del aire (generación de emisiones a la atmósfera):** 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 afectará de manera temporal la calidad del aire.
- c) **Agua subterránea (afectación en la calidad del agua):** La calidad del agua subterránea, recibirá un impacto negativo durante la impermeabilización, ya que evitará 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.
- d) **Suelo (características fisicoquímicas, estructura y calidad):** Los impactos que se generarán 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, dadas las características propias de las áreas de sellamiento, no serán de manera temporal. Por otra parte la zona del proyecto es prácticamente plana, por lo que, la eliminación de la vegetación y la realización de cortes y rellenos, propiciarán que la zona sea plana completamente.
- e) **Generación de residuos:** Este impacto puede ser debido a que durante las etapas de preparación del sitio, construcción, se generará residuos sólidos urbanos derivados por la presencia de trabajadores en el área del proyecto, por lo que podrían afectar la calidad del suelo y el agua principalmente.
- f) **Afectación a la flora (cobertura, especies endémicas y protegidas):** Los impactos que se producirán serán en su totalidad negativos y permanentes, debido a la remoción de la cobertura vegetal durante el desmonte.
- g) **Afectación a la fauna (microfauna, fauna mediana y especies protegidas):** Los impactos serán negativos y temporales, ya que, durante la etapa de preparación del sitio, éstos serán ahuyentados.
- h) **Modificación del paisaje (calidad escénica):** 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 la carretera.
- i) **Generación de empleos (demanda de bienes):** Los empleos que generarán el proyecto, es uno de los impactos positivos durante el mismo, ya que se contratarán habitantes de las comunidades más cercanas para la elaboración de las distintas acciones que se llevarán a cabo durante el proyecto. Por otra parte, en 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 y en zonas ubicadas en la localidad de Tulum.

Las actividades del proyecto que se consideraron para el análisis de impactos en esta etapa, fueron:

- **Para la preparación del sitio:** Desmonte y Despalme.
- **Para la construcción:** Transporte de material, Movimiento de maquinaria pesada, Vallado y circulación de vehículos, Incremento de la mano de obra y Deposito de material.
- **Para la operación:** Incremento de Tráfico rodado, Asfaltado, Mantenimiento, Generación de nuevos empleos y Maquinaria de mantenimiento.

Se identificaron los siguientes factores abióticos, bióticos y socioeconómicos del sistema actual que serán afectados por las actividades del proyecto.

- ⇒ **Factores abióticos:** Calidad del aire, características físicas del suelo, compactación del suelo, ruido perimetral.
- ⇒ **Factores bióticos:** Vegetación nativa, fauna terrestre, comunidades terrestres y estructura del paisaje.
- ⇒ **Factores socioeconómicos:** Generación de empleo, Tránsito vehicular.

Tabla V. 5 Clasificación y descripción

Factor ambiental	Descripción
Calidad del aire	Ausencia o presencia relativa de partículas suspendidas y gases producto de combustión
Suelo	Erosión, compactación, estructura, fertilidad y/o saturación del suelo.
Acuífero	Recarga al manto acuífero y calidad del agua que se recarga.
Vegetación forestal	Selva mediana subperennifolia
Zona urbana e infraestructura de transporte y derecho de vía	Ciudad de Tulum, Zona arqueológica de Tulum.
Fauna silvestre	Presencia de poblaciones de fauna silvestre, biodiversidad faunística y sus rutas de movimiento
Paisaje	Conectividad del paisaje
Economía local	Actividad ecoturística y de conectividad

V.3 Valoración de los impactos

En el **Anexo 9** se destaca el resultado de la interacción entre las diferentes actividades de la obra y los componentes evaluados (abióticos, bióticos y socioeconómicos). En general es posible observar que en la etapa de preparación del sitio y operación, para todos los componentes, se manifestará la mayor proporción de ocurrencias de impactos ambientales derivado de la interacción de las actividades propias de la etapa para con los componentes evaluados. También se destacan los impactos benéficos para el componente socioeconómico y la ocurrencia de impactos ambientales significativos, principalmente en lo referente a la generación de empleo temporal.

Se emplearán en todo momento equipo y maquinaria pesada, los subcomponentes que serán afectados desde la perspectiva de la manifestación de impacto ambiental adverso y permanente serán la cobertura vegetal, las especies endémicas de flora, la microfauna, la fauna mediana, la calidad escénica y las interacciones ecológicas ya que se considera por las actividades del proyecto la interrupción de la continuidad de las mismas.

En cuanto a los subcomponentes abióticos los más representativos serán las características físico-químicas y la estructura del suelo, partículas suspendidas, calidad del aire y ruido desde la perspectiva de una afectación adversa y significativa, mientras que el subcomponente conformación del terreno será afectado por el sellado del suelo. A continuación se detallan cada uno de las interacciones y la clasificación de los impactos identificados mediante la evaluación generada por la matriz (**Anexo 9**).

A continuación se muestra un resumen de los valores obtenidos de la matriz de impacto.

Tabla V. 6 Impactos ambientales generados por el proyecto.

Cuantificación de impactos				
Tipo de impacto	Valor	No. Impactos	Media	Porcentaje
Impactos Positivos	156	8	19.50	18.60
Impactos negativos	-949	35	-27.11	81.40
Impactos totales	1105	43	25.70	100.00

Como se puede observar los impactos identificados fueron 43, pero, solo 15 se consideraron como impactos negativos moderados, del total de impactos se generaran dos impactos positivos los cuales corresponden a la generación de empleos temporales y a la demanda de servicios.

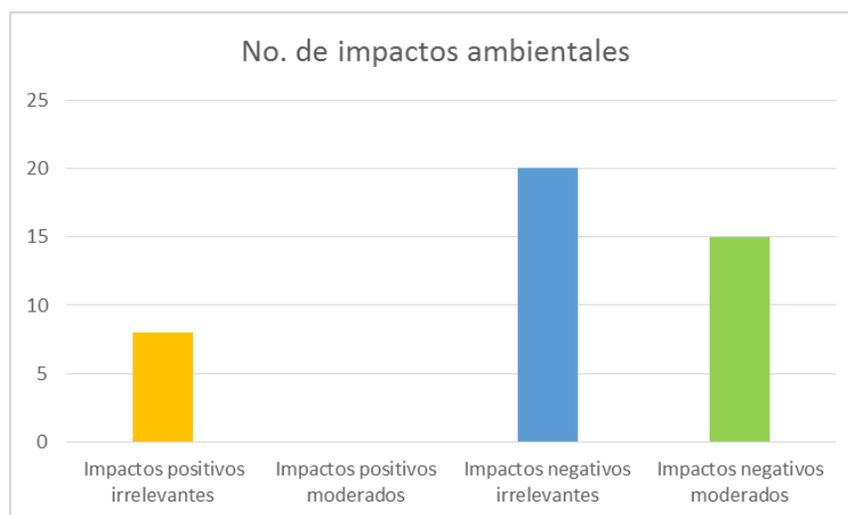


Figura V. 3 Impactos ambientales generados por el proyecto.

Los impactos potenciales que se generarán durante esta etapa se describen a continuación:

- **Contaminación Acústica (Generación de Ruido).**

En cuanto a la generación de ruido, se estima que la afectación sea mínima la cual tendrá una intensidad media, de manera temporal solamente durante el tiempo en que se llevará a cabo la construcción, es decir que será por un tiempo periódico, por lo podrá ser reversible al concluir la obra y podrá ser mitigable si la maquinaria usada se le da el debido mantenimiento.

- **Calidad del aire (Generación de emisiones a la atmósfera).**

Se espera que con las medidas de mitigación adecuadas sobre el mantenimiento previo a las maquinarias y vehículos que pudiesen intervenir en la obra, la contaminación a la atmosfera será de manera parcial dentro del predio, esto de manera inmediata cuando inicien las labores constructivas y de manera temporal. Sin embargo la presencia de estas maquinarias contribuirá a la contaminación atmosférica por lo que podría considerarse que el impacto podría ser irreversible y acumulativo en una baja intensidad, por lo que como ya se mencionó tomando las medidas necesarias se podrá mitigar los posibles impactos hacia la atmósfera.

- **Agua Subterránea (Afectación en la calidad del agua).**

Las posibles afectaciones hacia el agua en esta etapa podrán ocurrir por el mal funcionamiento de la maquinaria, por algún derrame de aceite, diésel o gasolina, esto de manera parcial en el sitio donde se esté trabajando en ese momento. Por otra parte el proyecto contempla la impermeabilización de la mayor parte de predio por las actividades de urbanización, por lo que la afectación podría considerarse como permanente e irreversible, teniendo un efecto inmediato y directo, sin embargo esto podría ser mitigable con la

implementación de áreas verdes, así como con pozos pluviales que podrán permitir la recarga del manto acuífero.

- **Suelo (características fisicoquímicas, estructura y calidad).**

La extensión del predio donde se pretende realizar el proyecto cuenta con 7.858994 ha. Por lo que la extensión a afectar evaluada en la matriz de impacto se considera como extensa, teniendo un efecto directo y permanente y a la vez irreversible. Sin embargo esto traerá grandes beneficios a la creciente población, propiciándoles una vivienda digna y tomando en cuenta que el material producto de las actividades de desmonte y despalme podrán ser reincorporadas a las áreas verdes, en las cuales no serán desmontadas, solamente se realizarán actividades de socoleo y limpieza; el suelo en estas áreas podría recuperarse y mantenerse estable en estas zonas. En cuanto a los residuos sólidos urbanos se ha mencionado que se dispondrá en el relleno sanitario, con el fin de darles el tratamiento adecuado.

- **Afectación a la Flora (cobertura, especies endémicas y protegidas).**

La inminentemente afectación a la flora, se dará al inicio de la etapa de preparación del terreno, esto por las áreas que serán desmontadas para la urbanización. Por lo que este será un impacto directo y permanente, así como irreversible, sin embargo el proyecto contempla áreas verdes y parques dentro del predio, por lo que en estas zonas se podrán mantener ejemplares de gran tamaño, así como también se podrán realizar actividades de reforestación con especies endémicas y comunes del tipo de vegetación presente en el área del proyecto, por lo que hasta cierto punto podría ser mitigable la afectación hacia este componente biótico.

- **Afectación a la Fauna (microfauna, fauna mediana y especies protegidas).**

Por su parte la fauna que pudiese encontrarse en esta etapa del proyecto se verá afectada de manera inmediata tanto por la presencia de trabajadores así como por la maquinaria, sin embargo este impacto se podría considerar como temporal debido que poco a poco al disminuir el número de trabajadores y maquinaria, la fauna principalmente reptiles y aves (las más adaptadas a la urbanización) podrá regresar hacia las áreas verdes. Por lo que los impactos realizados en esta etapa podrán ser mitigables hacia este grupo, tomando en cuenta que se realizarán recorridos previos para ahuyentar y reubicar a la fauna susceptible, así como tomando en cuenta que se llevarán a cabo todas las indicaciones que se les dé a la empresa encargada de la construcción, y también impartiendo la debida capacitación a los trabajadores.

- **Modificación del paisaje (calidad escénica).**

La modificación del paisaje será de manera extensa, inmediatamente y permanente por las obras de urbanización. Pero como se ha comentado esta es una actividad necesaria para el establecimiento de viviendas para la creciente población, sin embargo parte del predio donde

se pretende establecer el proyecto cuenta con áreas de suelo con uso agrícola y ganadero de manera que el paisaje por lo que presenta un paisaje modificado desde años anteriores.

Por lo que una medida para poder mejorar el paisaje de la zona será el de respetar las áreas verdes y parques, en las que también se podrán llevar a cabo actividades de reforestación y así darle una paisaje más agradable a la población. Por otra parte se contempla un área con desarrollo a futuro que servirá para resguardar parte de la fauna rescatada durante el proceso del proyecto.

- **Generación de empleos (Demanda de bienes).**

Por otra parte un efecto benéfico que traerá el proyecto es la generación de trabajos hacia la gente de los municipios cercanos debido a que aproximadamente el 40% de la población se dedica a la industria de la construcción así como a actividades primarias, por lo que les traerá un gran beneficio a las poblaciones cercanas.

V.4 Impactos residuales

Los impactos residuales representan el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas preventivas o de minimización de impactos. El ambiente, visto como el ecosistema donde vive el ser humano, es un sistema de relaciones donde es imposible cambiar alguna cosa sin alterar otras. En este sentido es que a pesar del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas en el presente manifiesto, se generarán algunos impactos residuales.

Sin embargo, para reducir al máximo estos impactos es necesario que se genere un Programa de Vigilancia Ambiental para el respectivo cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y compensación y a su vez se nombre un Representante Ambiental que vigile dicho cumplimiento para elaborar y gestionar los informes periódicos ante la SEMARNAT y PROFEPA ya que su incumplimiento también amerita sanciones, multas y hasta la clausura de los permisos. Los impactos residuales identificados a través del respectivo análisis se describen a continuación:

Flora silvestre

Debido a la ejecución del proyecto se reducirá el hábitat favorable de la mayoría de las especies vegetales nativas debido a la modificación permanente de su medio natural de desarrollo

Fauna silvestre

Durante el desarrollo del proyecto aumentará considerablemente la presencia humana y la generación de ruido por maquinaria y vehículos que afectará directamente la abundancia de las poblaciones de animales silvestres, especialmente aves, provocando su desplazamiento hacia

otras zonas menos alteradas, pudiendo algunas de estas especies regresar a la zona del proyecto una vez finalizadas las obras y manteniendo el área de amortiguamiento propuesto.

V.5 Impactos acumulativos

Dentro de los impactos acumulativos estos serán los que se generen por actividades constructivas en las que habrá generación de residuos sólidos urbanos, también se prevé que se dé un impacto acumulativo por la presencia de la fauna que siempre que pase estará expuesta a ser afectada.

V.6 Conclusiones

El sistema ambiental antes del proyecto presenta un estado ambientalmente compatible considerando las características de la zona así como las actividades que fueron efectuadas en el predio con anterioridad.

Por lo que este sistema se encuentra en óptimas condiciones para el desarrollo de dicho proyecto. Durante la construcción del proyecto se considera que el sistema se encontrará en un ambiente moderado, como se mencionó en párrafos anteriores, hay interacciones cuyos impactos negativos moderados, sin embargo, también se identificaron impactos negativos irrelevantes, 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 el proyecto se considera compatible y ambientalmente viable para su ejecución. Por lo mencionado anteriormente el proyecto se considera ambientalmente compatible y viable para su ejecución, considerando su ubicación, niveles de impacto existentes en el predio actualmente, así como las características del paisaje; condicionado a la aplicación de medidas de mitigación o compensación de los impactos generados en cada etapa del proyecto que se indican en el **Capítulo VII**.

CONTENIDO

VI.	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	2
VI.1	Justificación técnica que motive la autorización excepcional del cambio de uso de suelo	2
VI.2	Justificación económica que motive la autorización excepcional del cambio de uso de suelo	30
VI.3	Justificación social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo	30

TABLAS

Tabla VI. 1	Especies registradas en el ESTRATO HERBÁCEO de la subcuenca y del predio.	6
Tabla VI. 2	Riqueza y diversidad en el estrato herbáceo de la subcuenca y predio en donde se pretende el CUSTF.	10
Tabla VI. 3	Especies registradas en el estrato ARBUSTIVO de la subcuenca y del predio.	11
Tabla VI. 4	Riqueza y diversidad del estrato arbustivo en la subcuenca y predio.	12
Tabla VI. 5	Especies registradas en el estrato ARBÓREO de la subcuenca y del predio.	13
Tabla VI. 6	Riqueza y diversidad en el estrato arbóreo de la subcuenca y el predio.	15
Tabla VI. 7	Abundancia relativa de las especies de Anfibios registrados en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.	16
Tabla VI. 8	Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios en la subcuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.	16
Tabla VI. 9	Abundancia relativa de las especies de Reptiles registrados en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.	17
Tabla VI. 10	Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en la subcuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.	18
Tabla VI. 11	Abundancia relativa de las especies de Aves registrados en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.	18
Tabla VI. 12	Riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves en la subcuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.	22
Tabla VI. 13	Abundancia relativa de las especies de Mamíferos registrados en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.	23
Tabla VI. 14	Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en la subcuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.	24
Tabla VI. 15	Valores de calidad del agua en la zona donde se realizará el proyecto.	28
Tabla VI. 16	Algunos datos poblacionales más relevantes para el municipio de Tulum.	31
Tabla VI. 17	Localidad y habitantes de las poblaciones más importantes de Solidaridad.	32
Tabla VI. 18	Distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) en el municipio.	33

FIGURAS

Figura VI. 1	Ubicación del proyecto en relación al municipio.	31
Figura VI. 2	Situación del ingreso per cápita en el municipio.	33

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 de suelo

Tulum es el municipio que en los últimos años ha tenido las tasas de crecimiento poblacional más altas en todo el país, lo cual fue el motivo de que esta zona fuera separada del municipio de Solidaridad. El crecimiento es muy acelerado en esta zona derivado de la oferta de empleos que hay. **Aunque Tulum ha tenido un importante crecimiento urbano, el uso de suelo urbano representa sólo aproximadamente el 1 por ciento del territorio.**

Además de lo anterior se consideraron otros aspectos técnicos importantes, tales como:

▪ **SELECCIÓN DEL SITIO MÁS IDÓNEO PARA EL PROYECTO.**

Tenencia de la tierra. Se acredita la propiedad como el único terreno idóneo y disponible para el desarrollo del proyecto, cuyo propietario es el Instituto del Patrimonio Inmobiliario del Estado de Quintana Roo (IPAE), (Ver documentación legal en **Anexo 3** de este estudio técnico) y que cuenta con una superficie de 9.394957 ha y la superficie de CUSTF es de 7.858994 ha.

Uso de suelo. El uso del suelo del predio es **Urbano** con una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en mediana recuperación, y con usos condicionados como el de Equipamiento y por ende no se contrapone para los fines del proyecto que se localiza en la carretera a Boca Paila cruzando con la Carretera Federal a Cancún en el Municipio de Tulum, dentro del municipio de Tulum, Quintana Roo, esto de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Local vigente.

Disponibilidad del predio. Actualmente en el predio no existe ningún tipo de aprovechamiento, por lo que está subutilizado considerando que uno de los usos potenciales del suelo está destinado el Equipamiento e idóneo para la construcción del aeródromo pretendido.

Estado actual del predio. Actualmente todo el predio se encuentra ocupado por vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en diferentes tiempos de sucesión convocación forestal y con grado de recuperación media. Esto se puede visualizar por la presencia de individuos con talla y estatura pequeñas, y en el reducido número de árboles adultos, que son producto de la regeneración natural de la vegetación, así como en la presencia de árboles muertos en pie y árboles caídos. En general la vegetación presente en al área de estudio dista de ser un ecosistema excepcional, más bien se trata de un estado secundario con evidencias de afectación en años anteriores.

Usos de suelo en los alrededores. El área de estudio bajo estudio se encuentra en una zona rodeada con una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en

mediana recuperación de manera importante. Sin embargo, también es común observar usos agropecuarios, tales como ranchos ganaderos.

Disponibilidad de servicios. Dentro del predio no se cuenta con ningún tipo de servicios; por lo que al darse la autorización para el CUSTF se iniciara con la implementación de la electrificación y alumbrado público, sistemas de agua potable y estación de combustible.

Accesibilidad y vialidades. La existencia de vialidades de comunicación intermunicipal como es la Carretera Federal 307 y con la carretera a Boca Paila.

Región Hidrológica Prioritaria (RHP). A pesar de que el predio bajo estudio se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 105. Corredor Cancún – Tulum no se registraron cuerpos de aguas superficial que conecte con las bondades motivo de la declaración de la RHP 105: Corredor Cancún – Tulum, cenotes, estuarios, humedales.

Región Marina Prioritaria (RMP). A pesar de que el predio bajo estudio se encuentra inmerso dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) 64. TULUM-XPUHA no se faceterá ningún cuerpo de agua.

Región Terrestre Prioritaria (RTP). El proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna RTP de importancia en la región Península de Yucatán.

Área Natural Protegida (ANP). El proyecto no se encuentra inmerso dentro de una Área Natural Protegida.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). El área del proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna AICA.

Corredor Biológico Mesoamericano (CBM). El área del proyecto no se encuentra dentro de algún corredor biológico.

Como se puede observar el predio es técnicamente el idóneo para el nuevo uso que se pretende llevar a cabo en un predio con plena certeza legal del mismo. Las expectativas a corto plazo del proyecto es tener mayor y mejor alcance del turismo en cuanto a la oferta y demanda, al mejorar la seguridad de los servicios en el traslado, principalmente del turismo nacional e internacional a nivel local y regional en la parte sureste del país.

Es importante mencionar que esta vialidad tendrá mucha importancia al agilizar el traslado de una carretera a otra adema se contribuye a minimizar accidentes.

- **REGULACIÓN DEL PROYECTO POR PLANES O PROGRAMAS RECTORES DE DESARROLLO ESTATAL Y MUNICIPAL.**

De acuerdo **Plan Municipal de Desarrollo (2012-2016)** en su eje 3 Desarrollo Territorial y Económico tiene como objetivo general lo siguiente: Conformar un futuro más próspero y sustentable en el Municipio, a través del desarrollo económico y turístico, la creación de grandes proyectos y más empleos, siempre tomando en cuenta políticas que enfatizan el cuidado y conservación del territorio y la naturaleza. Para cumplir con lo anterior, se trazarán las siguientes necesidades: ampliar la oferta turística y económica y mejorar la infraestructura para la promoción turística.

Considerando el proyecto y de acuerdo a las necesidades planteadas en los planes estatal y municipal de desarrollo, así como, el POELM indican que el proyecto no se contrapone totalmente a los mismos y de hecho es totalmente congruente su desarrollo.

- **REGULACIÓN DEL PROYECTO POR DISPOSICIONES DE LEY EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y FORESTAL.**

El proyecto está regulado por las disposiciones del Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), principalmente por las fracciones:

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;

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

En congruencia con lo anterior, el inciso Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental identifica entre otros las siguientes actividades que se pretenden desarrollar en el predio:

B).- Vías generales de comunicación.

O).- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como de selvas y zonas áridas.

De igual manera el proyecto está regulado por el Artículo 117 y 118 de la LGDFS, tal como sigue:

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales, conforme a 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...".

Por lo anterior y 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.

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.

Por los motivos antes mencionados se somete a evaluación el presente **Documento Técnico Unificado** en su **Modalidad B Particular**. Este documento tiene por objeto justificar la necesidad del cambio de uso de suelo de la superficie solicitada (7.858994 ha), para lo cual se describen las condiciones generales del terreno, sus características físicas y biológicas, las características generales del proyecto, los impactos potenciales a generarse y las medidas de protección, prevención y mitigación de los impactos ambientales que se generaran por el proyecto.

De manera particular los datos técnicos presentados para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que en resumen son como siguen:

NO SE COMPROMETE 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, 2009¹).

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 llevara a cabo el CUSTF y la Subcuenca Quintana Roo.

FLORA SILVESTRE.

La flora silvestre analizada y dividida por estratos permite visualizar lo siguientes resultado:

Estrato Herbáceo. En el estrato herbáceo de la subcuenca se registró un total de 99 especies y en el área de CUSTF únicamente 32. Lo anterior indica que en la subcuenca hay una mayor riqueza específica con respecto al polígono en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

Un total de 18 especies de flora son compartidas entre la subcuenca y predio de estudio; pero, también es importante mencionar que al menos 81 especies de flora silvestre registradas para la subcuenca no fueron observadas en el estrato herbáceo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. En contraparte en el predio de CUSTF se registraron 14 especies que no fueron observados en el estrato herbáceo de la subcuenca durante los muestreos realizados en la misma. Lo anterior refuerza lo manifestado anteriormente en el sentido de que el estrato herbáceo de la Subcuenca Quintana Roo posee una mayor riqueza específica en comparación al estrato herbáceo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Tabla VI. 1 Especies registradas en el ESTRATO HERBÁCEO de la subcuenca y del predio.

ESTRATO HERBÁCEO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	SUBCUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>Abutilon permolle</i>	3.04	8.57
2	<i>Acacia collinsii</i>	1.8	0.00
3	<i>Acalypha diversifolia</i>	6.41	0.00
4	<i>Aechmea bracteata</i>	2.32	2.93
5	<i>Agave angustifolia</i>	0.00	2.33
6	<i>Alseis yucatanensis</i>	0.84	2.60

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

ESTRATO HERBÁCEO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	SUBCUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
7	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	4.41	0.00
8	<i>Aphelandra scabra</i>	1.52	0.00
9	<i>Apoplanesia paniculata</i>	0.95	0.00
10	<i>Ardisia escallonioides</i>	1.16	0.00
11	<i>Arrabidaea floribunda</i>	2.21	0.00
12	<i>Bauhinia divaricata</i>	1.52	0.00
13	<i>Bauhinia jenningsii</i>	4.56	2.47
14	<i>Bidens alba</i>	0.00	5.41
15	<i>Bonellia macrocarpa</i>	0.00	6.91
16	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	0.00	82.65
17	<i>Bromelia karatas</i>	5.91	0.00
18	<i>Brosimum alicastrum</i>	1.68	0.00
19	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	2.03	5.45
20	<i>Caesalpinia mollis</i>	0.6	0.00
21	<i>Cascabela gaumeri</i>	2.41	0.00
22	<i>Centrosema virginianum</i>	1.58	0.00
23	<i>Chamaecrista glandulosa</i>	3.6	0.00
24	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	3.23	7.54
25	<i>Cipura paludosa</i>	1.83	0.00
26	<i>Clematis dioica</i>	1.9	0.00
27	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	1.41	0.00
28	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2.39	0.00
29	<i>Coccoloba spicata</i>	1.87	6.66
30	<i>Cordia gerascanthus</i>	0.00	8.85
31	<i>Croton chichenensis</i>	5.8	0.00
32	<i>Croton glabellus</i>	3.56	0.00
33	<i>Croton reflexifolius</i>	2.91	11.71
34	<i>Cynanchum rensonii</i>	0.88	0.00
35	<i>Cynodon dactylon</i>	6.04	17.66
36	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	2.34	11.03
37	<i>Dalechampia scandens</i>	1.28	0.00
38	<i>Delilia biflora</i>	1.4	0.00
39	<i>Dendropanax arboreus</i>	1.54	0.00
40	<i>Desmodium glabrum</i>	1.85	0.00
41	<i>Desmodium incanum</i>	1.5	0.00

ESTRATO HERBÁCEO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	SUBCUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
42	<i>Desmodium procumbens</i>	2.91	0.00
43	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	2.11	0.00
44	<i>Dioscorea floribunda</i>	2.26	0.00
45	<i>Diospyros anisandra</i>	10.66	0.00
46	<i>Diospyros tetrasperma</i>	0.00	4.72
47	<i>Diphysa carthagenensis</i>	2.97	0.00
48	<i>Elytraria imbricata</i>	5.23	0.00
49	<i>Euphorbia cyathophora</i>	1.61	0.00
50	<i>Euphorbia heterophylla</i>	1.35	0.00
51	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	3.51	0.00
52	<i>Euphorbia thymifolia</i>	4.02	0.00
53	<i>Gliricidia sepium</i>	0.68	0.00
54	<i>Gymnopodium floribundum</i>	7.82	17.28
55	<i>Hamelia patens</i>	1.59	0.00
56	<i>Hampea trilobata</i>	0.00	2.33
57	<i>Helicteres baruensis</i>	1.41	0.00
58	<i>Heliotropium angiospermum</i>	0.81	0.00
59	<i>Hyptis pectinata</i>	8.03	0.00
60	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	7.65	0.00
61	<i>Ipomoea heredifolia</i>	1.45	0.00
62	<i>Ipomoea nil</i>	1.06	0.00
63	<i>Jacquemontia pentatha</i>	4.35	0.00
64	<i>Justicia carthaginensis</i>	2.32	0.00
65	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1.07	0.00
66	<i>Lantana camara</i>	8.7	4.59
67	<i>Lasiacis divaricata</i>	11.09	20.55
68	<i>Lophiaris andrewsiae</i>	0.83	0.00
69	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	0.82	0.00
70	<i>Manilkara zapota</i>	0.00	4.09
71	<i>Melanthera nivea</i>	5.84	6.94
72	<i>Melinis repens</i>	1.69	0.00
73	<i>Metopium brownei</i>	0.56	0.00
74	<i>Mimosa bahamensis</i>	13.78	14.62
75	<i>Morinda royoc</i>	3.97	0.00
76	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	0.00	2.60

ESTRATO HERBÁCEO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	SUBCUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
77	<i>Neea psychotrioides</i>	0.00	10.02
78	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	7.73	0.00
79	<i>Ocimum campechianum</i>	6.44	0.00
80	<i>Oeceoclades maculata</i>	0.6	0.00
81	<i>Panicum maximum</i>	1.12	0.00
82	<i>Parmentiera millspaughiana</i>	1.45	0.00
83	<i>Passiflora bicornis</i>	1.51	0.00
84	<i>Paullinia pinnata</i>	2.2	0.00
85	<i>Petrea volubilis</i>	2.11	0.00
86	<i>Piper yucatanense</i>	1.46	0.00
87	<i>Piscidia piscipula</i>	2.69	1.97
88	<i>Psittacanthus mayanus</i>	0.67	1.97
89	<i>Pteridium caudatum</i>	0.74	0.00
90	<i>Randia aculeata</i>	5.47	0.00
91	<i>Randia longiloba</i>	0.78	2.77
92	<i>Randia obcordata</i>	0.84	0.00
93	<i>Ruellia inundata</i>	0.85	0.00
94	<i>Sanvitalia procumbens</i>	4.97	0.00
95	<i>Scleria microcarpa</i>	5.95	0.00
96	<i>Senegalia riparia</i>	3.11	0.00
97	<i>Serjania adiantoides</i>	2.03	0.00
98	<i>Sida rhombifolia</i>	1.94	0.00
99	<i>Smilax spinosa</i>	0.00	2.60
100	<i>Spermacoce verticillata</i>	1.44	0.00
101	<i>Tabernaemontana alba</i>	3.2	0.00
102	<i>Tetramerium nervosum</i>	3.73	0.00
103	<i>Thouinia paucidentata</i>	0.00	5.39
104	<i>Thrinax radiata</i>	0.00	9.78
105	<i>Tillandsia balbisiana</i>	1.54	0.00
106	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	0.00	4.99
107	<i>Tillandsia streptophylla</i>	3.61	0.00
108	<i>Tragia yucatanensis</i>	2.46	0.00
109	<i>Vanilla insignis</i>	1.37	0.00
110	<i>Viguiera dentata</i>	4.9	0.00
111	<i>Vitex gaumeri</i>	1.09	0.00
112	<i>Waltheria indica</i>	6.83	0.00

ESTRATO HERBÁCEO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	SUBCUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
113	<i>Wedelia hispida</i>	2.72	0.00

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la subcuenca 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 subcuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Subcuenca Quintana Roo es más diversa ($H' = 4.1820$) que el área de CUSTF ($H' = 2.6610$), tal como se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Tabla VI. 2 Riqueza y diversidad en el estrato herbáceo de la subcuenca y predio en donde se pretende el CUSTF.

ESTRATO HERBÁCEO		
PARÁMETROS	SUBCUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	99	32
H' CALCULADA	4.1820	2.6610
H' MAXIMA=Ln (S)	4.5951	3.4657
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9101	0.7678
H MAX-H CAL	0.4131	0.8048

Nota: Los valores en negrita indican la importancia de la riqueza específica, diversidad y la equidad en la subcuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

El ecosistema de la subcuenca tiene una equidad de 0.9101 y el predio tiene un valor de equidad de 0.7678, lo que indica que la distribución de los individuos por especie es similar, en la subcuenca que en el predio.

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato herbáceo de la subcuenca es más diversa que en el área pretendida para el CUSTF.

Estrato arbustivo. En el estrato arbustivo de la subcuenca se registró un total de 46 especies y en el área de CUSTF 21. Lo anterior indica que en la subcuenca hay una mayor riqueza específica con respecto al predio. Un total de 12 especies son compartidas entre la subcuenca y el predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. Por otro lado, 34 especies registradas en la subcuenca no fueron registradas en el predio., y 9 especies del predio no fueron registradas en el estrato arbustivo de la subcuenca dentro de los sitios de muestreo. Lo anterior no quiere decir que las especies no hayan sido registradas dentro de la subcuenca; pues, de hecho varias de ellas fueron registradas o bien avistadas en diferentes estratos. Las especies no registradas dentro de algún sitio de muestreo; pero avistado dentro de la cuenca o predio fueron registradas en un listado florístico general (Ver **Anexo 8** de este estudio). Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Tabla VI. 3 Especies registradas en el estrato ARBUSTIVO de la subcuenca y del predio.

ESTRATO ARBUSTIVO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	SUBCUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>Acacia collinsii</i>	3.01	0.00
2	<i>Acacia pennatula</i>	2.48	0.00
3	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	0.00	5.07
4	<i>Alseis yucatanensis</i>	11.94	6.35
5	<i>Apoplanesia paniculata</i>	1.40	0.00
6	<i>Ardisia escallonioides</i>	3.41	0.00
7	<i>Bauhinia divaricata</i>	7.34	0.00
8	<i>Bonellia macrocarpa</i>	0.00	17.18
9	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16.33	16.96
10	<i>Carica papaya</i>	6.12	0.00
11	<i>Cascabela gaumeri</i>	1.40	0.00
12	<i>Chiococca alba</i>	6.58	0.00
13	<i>Chloroleucon manguense</i>	1.40	0.00
14	<i>Coccoloba spicata</i>	0.00	8.47
15	<i>Colubrina greggii</i>	8.79	0.00
16	<i>Cordia gerascanthus</i>	0.00	18.88
17	<i>Croton reflexifolius</i>	19.25	20.46
18	<i>Dalbergia glabra</i>	13.56	0.00
19	<i>Diospyros anisandra</i>	11.63	0.00
20	<i>Diospyros tetrasperma</i>	5.48	22.10
21	<i>Diphyssa carthagenensis</i>	12.09	0.00
22	<i>Eugenia foetida</i>	5.48	0.00
23	<i>Exostema caribaeum</i>	5.84	0.00
24	<i>Ficus maxima</i>	0.00	9.66
25	<i>Gliricidia sepium</i>	1.40	0.00
26	<i>Guettarda combsii</i>	9.01	0.00
27	<i>Guettarda elliptica</i>	2.07	0.00
28	<i>Gymnopodium floribundum</i>	13.40	31.09
29	<i>Hampea trilobata</i>	8.79	7.30
30	<i>Helicteres baruensis</i>	6.42	0.00
31	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1.40	0.00
32	<i>Luehea speciosa</i>	0.00	5.07
33	<i>Lysiloma acapulcense</i>	5.64	0.00
34	<i>Mimosa bahamensis</i>	3.05	11.95
35	<i>Neea choriophylla</i>	9.61	0.00
36	<i>Neea psychotrioides</i>	9.93	44.83

ESTRATO ARBUSTIVO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	SUBCUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
37	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	3.05	0.00
38	<i>Parmentiera millspaughiana</i>	3.32	0.00
39	<i>Piscidia piscipula</i>	8.79	11.95
40	<i>Pisonia aculeata</i>	8.37	0.00
41	<i>Pithecellobium dulce</i>	4.96	0.00
42	<i>Plumeria obtusa</i>	6.00	5.60
43	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	0.00	5.07
44	<i>Psidium sartorianum</i>	8.53	19.04
45	<i>Randia aculeata</i>	6.94	0.00
46	<i>Randia longiloba</i>	0.00	17.51
47	<i>Randia obcordata</i>	9.68	0.00
48	<i>Sabal yapa</i>	4.60	0.00
49	<i>Senegalia gaumeri</i>	1.65	0.00
50	<i>Senegalia riparia</i>	2.07	0.00
51	<i>Senna atomaria</i>	1.65	0.00
52	<i>Senna racemosa</i>	3.98	0.00
53	<i>Tabernaemontana alba</i>	9.83	0.00
54	<i>Thouinia paucidentata</i>	2.33	9.87
55	<i>Thrinax radiata</i>	0.00	5.60

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 subcuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Subcuenca Quintana Roo más diversa ($H' = 3.6225$) que el área de CUSTF ($H' = 2.7268$), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla VI. 4 Riqueza y diversidad del estrato arbustivo en la subcuenca y predio.

ESTRATO ARBUSTIVO		
PARÁMETROS	SUBCUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	46	21
H' CALCULADA	3.6225	2.7268
H' MAXIMA=Ln (S)	3.8286	3.0445
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9462	0.8956
H MAX-H CAL	0.2062	0.3178

Nota: Los valores en negrita indican la importancia de la riqueza específica, diversidad y la equidad en la subcuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una mayor equidad de 0.9462 que el área objeto de CUSTF de solo 0.8956, 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 arbustivo de la subcuenca es más diverso que en el área pretendida para el CUSTF.

Estrato arbóreo. En el estrato arbóreo de la subcuenca se registró un total de 53 especies y en el área de CUSTF únicamente 23. Lo anterior indica que en la subcuenca existe una mayor riqueza específica con respecto al predio. De manera común comparten 20 especies de flora silvestre tanto la subcuenca como el predio en el estrato arbóreo. Sin embargo, también es importante mencionar que se registraron 33 especies en la subcuenca que no fueron registrados en el predio y en contraparte, dentro del predio se registraron 3 especies no registrados en la subcuenca. Por otro lado, estas fueron registradas en diferentes estrato de la subcuenca y el predio, por lo cual aparecen como parte del listado florístico general del área de estudio. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Tabla VI. 5 Especies registradas en el estrato ARBÓREO de la subcuenca y del predio.

ESTRATO ARBÓREO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	SUBCUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>Acacia dolichostachya</i>	8.65	0.00
2	<i>Acacia glomerosa</i>	4.72	0.00
3	<i>Alseis yucatanensis</i>	2.84	0.00
4	<i>Annona glabra</i>	1.33	0.00
5	<i>Apoplanesia paniculata</i>	1.53	0.00
6	<i>Brosimum alicastrum</i>	2.69	0.00
7	<i>Bursera simaruba</i>	5.55	26.27
8	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	18.86	31.84
9	<i>Caesalpinia mollis</i>	8.56	5.63
10	<i>Caesalpinia violaceae</i>	5.42	0.00
11	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	6.75	0.00
12	<i>Ceiba schoti</i>	2.30	0.00
13	<i>Chloroleucon manguense</i>	5.30	0.00
14	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	2.29	0.00
15	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	1.59	0.00

ESTRATO ARBÓREO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	SUBCUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
16	<i>Coccoloba spicata</i>	6.37	26.95
17	<i>Cordia gerascanthus</i>	4.52	12.28
18	<i>Dendropanax arboreus</i>	6.17	0.00
19	<i>Diospyros tetrasperma</i>	1.90	7.23
20	<i>Diphysa carthagenensis</i>	3.77	0.00
21	<i>Eugenia foetida</i>	4.28	10.48
22	<i>Ficus cotinifolia</i>	4.94	0.00
23	<i>Ficus maxima</i>	7.79	5.21
24	<i>Ficus pertusa</i>	2.56	0.00
25	<i>Guettarda elliptica</i>	1.53	0.00
26	<i>Gymnopodium floribundum</i>	4.20	0.00
27	<i>Hampea trilobata</i>	0.00	5.63
28	<i>Havardia albicans</i>	9.53	7.90
29	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3.66	0.00
30	<i>Lonchocarpus punctatus</i>	3.66	0.00
31	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	6.30	0.00
32	<i>Lonchocarpus xuul</i>	7.04	10.17
33	<i>Luehea speciosa</i>	5.33	9.69
34	<i>Lysiloma acapulcense</i>	4.37	0.00
35	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	13.61	9.38
36	<i>Maclura tinctoria</i>	1.89	0.00
37	<i>Manilkara zapota</i>	7.03	32.58
38	<i>Metopium brownei</i>	11.16	6.11
39	<i>Mosannonna depressa</i>	0.00	5.21
40	<i>Neea psychotrioides</i>	2.99	4.54
41	<i>Piscidia piscipula</i>	14.38	12.28
42	<i>Pithecellobium dulce</i>	1.31	0.00
43	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5.89	0.00
44	<i>Plumeria obtusa</i>	7.50	4.54
45	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	0.00	6.64
46	<i>Psidium sartorianum</i>	8.33	24.07
47	<i>Randia obcordata</i>	1.31	0.00
48	<i>Semialarium mexicanum</i>	9.26	0.00
49	<i>Senegalia gaumeri</i>	3.72	0.00

ESTRATO ARBÓREO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	SUBCUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
50	<i>Senna atomaria</i>	3.25	0.00
51	<i>Senna racemosa</i>	1.81	0.00
52	<i>Simarouba amara</i>	5.54	0.00
53	<i>Swartzia cubensis</i>	7.79	0.00
54	<i>Thouinia paucidentata</i>	8.10	17.96
55	<i>Trophis racemosa</i>	3.37	0.00
56	<i>Vitex gaumeri</i>	15.48	17.40

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la subcuenca o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

No obstante a lo anterior las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbóreo de la subcuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF indican que la Subcuenca Quintana Roo es más diversa ($H' = 3.7847$) que el área de CUSTF ($H' = 2.8524$), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla VI. 6 Riqueza y diversidad en el estrato arbóreo de la subcuenca y el predio.

ESTRATO ARBÓREO		
PARÁMETROS	SUBCUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	53	23
H' CALCULADA	3.7847	2.8524
H' MAXIMA=Ln (S)	3.9703	3.1355
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9533	0.9097
H MAX-H CAL	0.1855	0.2831

Nota: Los valores en negrita indican la importancia de la riqueza específica, diversidad y la equidad en la subcuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Así mismo, el ecosistema de la subcuenca presenta un valor de equidad muchos más elevado que el del área objeto de CUSTF (0.9097), esto nos indica que además de una mayor riqueza en el ecosistema de la subcuenca existe también una mayor equidad con respecto al predio pretendido para el CUSTF.

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbóreo de la subcuenca es más diversa 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 subcuenca Quintana Roo 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.

En el ecosistema de selva mediana subcaducifolia de la subcuenca y predio se presentaron las siguientes abundancias relativas para los diferentes grupos faunísticos estudiados:

ANFIBIOS. Dentro de la subcuenca se registraron 16 especies de anfibios y en el predio no se registraron especies de anfibios. En cuanto a la abundancia relativa de los mismos se presentan a continuación:

Tabla VI. 7 Abundancia relativa de las especies de Anfibios registrados en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

ESPECIE		ABUNDANCIA RELATIVA	
		SUBCUENCA	PREDIO
1	<i>Bolitoglossa rufescens</i>	4.1%	0.0%
2	<i>Craugastor yucatanensis</i>	4.1%	0.0%
3	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	6.1%	0.0%
4	<i>Gastrophryne elegans</i>	6.1%	0.0%
5	<i>Hypopachus variolosus</i>	4.1%	0.0%
6	<i>Incilus valliceps</i>	10.2%	0.0%
7	<i>Leptodactylus fragilis</i>	6.1%	0.0%
8	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	4.1%	0.0%
9	<i>Lithobates brownorum</i>	6.1%	0.0%
10	<i>Rhinella marina</i>	12.2%	0.0%
11	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	6.1%	0.0%
12	<i>Scinax staufferi</i>	6.1%	0.0%
13	<i>Smilisca baudinii</i>	8.2%	0.0%
14	<i>Tlalocoehyla loquax</i>	6.1%	0.0%
15	<i>Trachycephalus typhonius</i>	4.1%	0.0%
16	<i>Tripurion petasatus</i>	6.1%	0.0%

En cuanto a los resultados del estimado del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Equidad de Pielou (J) se tiene lo siguiente:

Tabla VI. 8 Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios en la subcuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

ANFIBIOS		
PARAMETROS	SUBCUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	16	0
H' CALCULADA	2.72	0.0
H' MAXIMA=Ln (S)	2.77	0.0

EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.98	0.0
H MAX-H CAL	0.06	0.10

Como se puede observar en la tabla anterior, la subcuenca presento una mayor riqueza específica, índice de diversidad de Shannon-Wiener y equidad en comparación al predio; por lo que lo anterior indica que en la subcuenca se tiene una mayor diversidad y una población más homogénea y cercana alcanzar la máxima diversidad esperada.

REPTILES. Dentro de la subcuenca se registraron 33 especies de reptiles y en el predio, únicamente cinco especies. En cuanto a la abundancia relativa de los mismos se presentan a continuación:

Tabla VI. 9 Abundancia relativa de las especies de Reptiles registrados en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

ESPECIE		ABUNDANCIA RELATIVA	
		SUBCUENCA	PREDIO
1	<i>Ameiva undulata</i>	11.20%	36.36%
2	<i>Anolis rodriguezii</i>	4.70%	0.00%
3	<i>Anolis sagrei</i>	4.70%	0.00%
4	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	3.70%	0.00%
5	<i>Basiliscus vittatus</i>	1.90%	0.00%
6	<i>Boa constrictor</i>	1.90%	0.00%
7	<i>Bothrops asper</i>	1.90%	0.00%
8	<i>Coleonyx elegans</i>	4.70%	0.00%
9	<i>Coniophanes imperiales</i>	2.80%	0.00%
10	<i>Conopsis lineatus</i>	1.90%	0.00%
11	<i>Crotalus tzabcan</i>	0.90%	0.00%
12	<i>Ctenosaura similis</i>	7.50%	9.09%
13	<i>Dryadophis melanolomus</i>	2.80%	0.00%
14	<i>Drymarchon corais</i>	1.90%	0.00%
15	<i>Drymarchon melanurus</i>	1.90%	0.00%
16	<i>Elaphe flavirufa</i>	1.90%	0.00%
17	<i>Leptodeira frenata</i>	0.90%	0.00%
18	<i>Leptophis mexicanus</i>	1.90%	0.00%
19	<i>Mabuya unimarginata</i>	2.80%	0.00%
20	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	3.70%	0.00%

ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA		
	SUBCUENCA	PREDIO	
21	<i>Mesoscincus schwartzei</i>	0.90%	0.00%
22	<i>Micrurus diastema</i>	1.90%	0.00%
23	<i>Norops sericeus</i>	1.90%	18.18%
24	<i>Oxybelis aeneus</i>	2.80%	0.00%
25	<i>Oxybelis fulgidus</i>	1.90%	0.00%
26	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	1.90%	0.00%
27	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	5.60%	27.27%
28	<i>Sceloporus cozumelae</i>	6.50%	0.00%
29	<i>Sceloporus lundelli</i>	3.70%	0.00%
30	<i>Senticolis triaspis</i>	1.90%	9.09%
31	<i>Sibon sartorii</i>	2.80%	0.00%
32	<i>Symphimus mayae</i>	1.90%	0.00%
33	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	0.90%	0.00%

En cuanto a los resultados del estimado del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Equidad de Pielou (J) se tiene lo siguiente:

Tabla VI. 10 Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en la subcuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

REPTILES		
PARÁMETROS	SUBCUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	33	5
H' CALCULADA	3.29	1.4681
H' MAXIMA=Ln (S)	3.50	1.6094
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.94	0.9122
H MAX-H CAL	0.20	0.1413

Como se puede observar en la tabla anterior, la subcuenca presento una mayor riqueza específica, índice de diversidad de Shannon-Wiener y equidad en comparación al predio; por lo que lo anterior indica que en la subcuenca se tiene una mayor diversidad y una población más homogénea y cercana alcanzar la máxima diversidad esperada, parámetros que están lejos para el predio a afectar por CUSTF.

AVES. Dentro de la subcuenca se registraron 122 especies de aves y en el predio, únicamente 16 especies. En cuanto a la abundancia relativa de los mismos se presentan a continuación:

Tabla VI. 11 Abundancia relativa de las especies de Aves registrados en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA		
	SUBCUENCA	PREDIO	
1	<i>Agelaius phoeniceus</i>	0.30%	0.00%
2	<i>Amazilia candida</i>	0.80%	0.00%
3	<i>Amazilia rutila</i>	1.10%	3.33%
4	<i>Amazilia yucatanensis</i>	0.80%	0.00%
5	<i>Amazona albifrons</i>	0.50%	0.00%
6	<i>Amazona autumnalis</i>	0.50%	0.00%
7	<i>Amblycercus holosericeus</i>	0.30%	0.00%
8	<i>Antrostomus badius</i>	0.50%	0.00%
9	<i>Aratinga nana</i>	0.50%	0.00%
10	<i>Ardea herodias</i>	0.30%	0.00%
11	<i>Arremonops chloronotus</i>	0.30%	0.00%
12	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	0.80%	0.00%
13	<i>Attila spadiceus</i>	0.30%	0.00%
14	<i>Bubo virginianus</i>	0.50%	0.00%
15	<i>Buteo magnirostris</i>	0.80%	0.00%
16	<i>Buteo nitidus</i>	0.50%	0.00%
17	<i>Buteogallus anthracinus</i>	0.80%	0.00%
18	<i>Calidris alba</i>	0.80%	0.00%
19	<i>Calidris fuscicollis</i>	1.30%	0.00%
20	<i>Camptostoma imberbe</i>	0.50%	0.00%
21	<i>Cardinalis cardinalis</i>	1.10%	0.00%
22	<i>Cathartes aura</i>	0.30%	0.00%
23	<i>Catharus minimus</i>	0.50%	0.00%
24	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	0.50%	0.00%
25	<i>Chordeiles acutipennis</i>	1.60%	0.00%
26	<i>Ciccaba virgata</i>	0.80%	0.00%
27	<i>Colinus nigrogularis</i>	0.50%	0.00%
28	<i>Columbina passerina</i>	0.50%	0.00%
29	<i>Columbina talpacoti</i>	0.80%	0.00%
30	<i>Contopus cinereus</i>	0.80%	6.67%
31	<i>Coragyps atratus</i>	1.90%	6.67%
32	<i>Crax rubra</i>	0.30%	0.00%
33	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	2.70%	0.00%
34	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	2.10%	0.00%
35	<i>Cyanocompsa parellina</i>	0.30%	0.00%
36	<i>Cyanocorax yncas</i>	0.50%	3.33%
37	<i>Cyanocorax</i>	3.40%	3.33%

ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA	
	SUBCUENCA	PREDIO
	<i>yucatanicus</i>	
38	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0.50%
39	<i>Dendrocincla homochroa</i>	0.50%
40	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	0.50%
41	<i>Dendrocyncla anabatina</i>	0.80%
42	<i>Dives dives</i>	4.00%
43	<i>Dryocopus lineatus</i>	0.50%
44	<i>Egretta thula</i>	0.30%
45	<i>Elaenia flavogaster</i>	0.30%
46	<i>Empidonax minimus</i>	1.30%
47	<i>Eucometis penicillata</i>	1.10%
48	<i>Eumomota superciliosa</i>	0.30%
49	<i>Euphonia affinis</i>	0.30%
50	<i>Euphonia hirundinacea</i>	0.50%
51	<i>Geothlypis trichas</i>	0.30%
52	<i>Glaucidium brasilianum</i>	1.10%
53	<i>Hylocichla mustelina</i>	0.30%
54	<i>Icterus auratus</i>	0.80%
55	<i>Icterus chrysater</i>	0.50%
56	<i>Icterus cucullatus</i>	0.80%
57	<i>Icterus dominicensis</i>	0.50%
58	<i>Icterus gularis</i>	0.50%
59	<i>Icterus mesomelas</i>	0.30%
60	<i>Larus atricilla</i>	0.80%
61	<i>Legatus leucophaeus</i>	0.80%
62	<i>Leptotila jamaicensis</i>	0.80%
63	<i>Leptotila verreauxi</i>	1.10%
64	<i>Megarynchus pitangua</i>	0.80%
65	<i>Melanerpes aurifrons</i>	0.50%
66	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	1.30%
67	<i>Meleagris ocellata</i>	0.30%
68	<i>Mimus gilvus</i>	1.30%
69	<i>Molothrus aeneus</i>	0.50%
70	<i>Momotus momota</i>	1.30%
71	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	0.50%
72	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	1.10%

ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA		
	SUBCUENCA	PREDIO	
73	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	0.80%	0.00%
74	<i>Myiopagis viridicata</i>	0.30%	0.00%
75	<i>Myiozetetes similis</i>	0.80%	6.67%
76	<i>Nyctidromus albicollis</i>	1.10%	0.00%
77	<i>Ortalis vetula</i>	1.60%	0.00%
78	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	0.30%	0.00%
79	<i>Passerina ciris</i>	0.80%	0.00%
80	<i>Patagioenas flavirostris</i>	0.30%	0.00%
81	<i>Patagioenas leucocephala</i>	0.30%	0.00%
82	<i>Pelecanus occidentalis</i>	0.50%	0.00%
83	<i>Petrochelidon fulva</i>	3.70%	0.00%
84	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	0.30%	0.00%
85	<i>Piaya cayana</i>	0.80%	0.00%
86	<i>Piranga roseogularis</i>	1.60%	0.00%
87	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1.30%	3.33%
88	<i>Polioptila caerulea</i>	0.80%	0.00%
89	<i>Protonotaria citrea</i>	0.50%	0.00%
90	<i>Psilorhinus morio</i>	0.80%	0.00%
91	<i>Pteroglossus torquatus</i>	0.50%	0.00%
92	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0.80%	0.00%
93	<i>Quiscalus mexicanus</i>	3.40%	6.67%
94	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	0.50%	0.00%
95	<i>Saltator atriceps</i>	0.50%	0.00%
96	<i>Saltator coerulescens</i>	1.10%	0.00%
97	<i>Seiurus aurocapillus</i>	0.50%	0.00%
98	<i>Setophaga americana</i>	0.50%	0.00%
99	<i>Setophaga citrina</i>	0.50%	0.00%
100	<i>Setophaga erithacorides</i>	0.30%	0.00%
101	<i>Setophaga magnolia</i>	0.30%	0.00%
102	<i>Setophaga ruticilla</i>	0.50%	0.00%
103	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	0.50%	0.00%
104	<i>Sphyrapicus varius</i>	0.80%	0.00%
105	<i>Spinus psaltria</i>	0.30%	0.00%
106	<i>Synallaxis erythrothorax</i>	0.30%	0.00%
107	<i>Tigrisoma lineatum</i>	0.50%	0.00%
108	<i>Tityra inquisitor</i>	0.30%	0.00%

ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA		
	SUBCUENCA	PREDIO	
109	<i>Tityra semifasciata</i>	0.50%	0.00%
110	<i>Trogon citreolus</i>	1.10%	0.00%
111	<i>Trogon melanocephalus</i>	0.50%	0.00%
112	<i>Turdus grayi</i>	1.60%	10.00%
113	<i>Tyrannus couchii</i>	0.50%	0.00%
114	<i>Tyrannus melancholicus</i>	0.50%	10.00%
115	<i>Uropsila leucogastra</i>	1.30%	0.00%
116	<i>Vireo flavifrons</i>	0.50%	0.00%
117	<i>Vireo griseus</i>	1.30%	0.00%
118	<i>Vireo magister</i>	0.50%	0.00%
119	<i>Vireo olivaceus</i>	0.50%	0.00%
120	<i>Vireo pallens</i>	0.50%	0.00%
121	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	0.50%	0.00%
122	<i>Zenaida asiatica</i>	3.40%	10.00%

En cuanto a los resultados del estimado del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Equidad de Pielou (J) se tiene lo siguiente:

Tabla VI. 12 Riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves en la subcuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

AVES		
PARÁMETROS	SUBCUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	122	16
H' CALCULADA	4.53	2.6557
H' MAXIMA=Ln (S)	4.80	2.7726
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.94	0.9579
H MAX-H CAL	0.27	0.1169

Como se puede observar en la tabla anterior, la subcuenca presento una mayor riqueza específica, índice de diversidad de Shannon-Wiener y equidad en comparación al predio; por lo que lo anterior indica que en la subcuenca se tiene una mayor diversidad y una población más homogénea y cercana alcanzar la máxima diversidad esperada, parámetros que están lejos para el predio a afectar por CUSTF.

MAMÍFEROS. Dentro de la subcuenca se registraron 53 especies de mamíferos y en el predio, únicamente tres especies. En cuanto a la abundancia relativa de los mismos se presentan a continuación:

Tabla VI. 13 Abundancia relativa de las especies de Mamíferos registrados en la subcuenca y predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

ESPECIE		ABUNDANCIA RELATIVA	
		SUBCUENCA	PREDIO
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	12.4%	0.0%
2	<i>Artibeus lituratus</i>	4.6%	0.0%
3	<i>Carollia perspicillata</i>	2.0%	0.0%
4	<i>Carollia sowelli</i>	0.7%	0.0%
5	<i>Centurio senex</i>	1.3%	0.0%
6	<i>Chiroderma villosum</i>	5.9%	0.0%
7	<i>Chrotopterus auritus</i>	0.7%	0.0%
8	<i>Cuniculus paca</i>	0.7%	0.0%
9	<i>Dasyprocta punctata</i>	1.3%	0.0%
10	<i>Dasyprocta novemcinctus</i>	1.3%	25.0%
11	<i>Dermanura phaeotis</i>	0.7%	0.0%
12	<i>Desmodus rotundus</i>	3.9%	0.0%
13	<i>Didelphis marsupialis</i>	0.7%	25.0%
14	<i>Diphylla ecaudata</i>	2.0%	0.0%
15	<i>Eira barbara</i>	0.7%	0.0%
16	<i>Eptesicus furinalis</i>	0.7%	0.0%
17	<i>Eumops aripendulus</i>	0.7%	0.0%
18	<i>Eumops bonariensis</i>	1.3%	0.0%
19	<i>Eumops glaucinus</i>	0.7%	0.0%
20	<i>Glossophaga soricina</i>	12.4%	0.0%
21	<i>Heteromys gaumeri</i>	1.3%	0.0%
22	<i>Lasiurus blossevillii</i>	2.6%	0.0%
23	<i>Lasiurus ega</i>	2.0%	0.0%
24	<i>Lasiurus intermedius</i>	3.3%	0.0%
25	<i>Leopardus pardalis</i>	0.7%	0.0%
26	<i>Lonchorhina aurita</i>	1.3%	0.0%
27	<i>Macrotus waterhousii</i>	1.3%	0.0%
28	<i>Marmosa mexicana</i>	0.7%	0.0%
29	<i>Micronycteris microtis</i>	0.7%	0.0%
30	<i>Mimon cozumelae</i>	2.6%	0.0%
31	<i>Molossus rufus</i>	0.7%	0.0%
32	<i>Molossus sinaloae</i>	2.6%	0.0%
33	<i>Mormoops megalophylla</i>	0.7%	0.0%
34	<i>Myotis keaysi</i>	1.3%	0.0%
35	<i>Nasua narica</i>	0.7%	0.0%

ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA		
	SUBCUENCA	PREDIO	
36	<i>Natalus stramineus</i>	0.7%	0.0%
37	<i>Noctilio leporinus</i>	1.3%	0.0%
38	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	1.3%	0.0%
39	<i>Odocoileus virginianus</i>	1.3%	0.0%
40	<i>Orthogeomys hispidus</i>	2.0%	50.0%
41	<i>Ototylomys phyllotis</i>	1.3%	0.0%
42	<i>Panthera onca</i>	0.7%	0.0%
43	<i>Pecari tajacu</i>	0.7%	0.0%
44	<i>Peropteryx macrotis</i>	1.3%	0.0%
45	<i>Procyon lotor</i>	0.7%	0.0%
46	<i>Promops centralis</i>	2.6%	0.0%
47	<i>Pteronotus davyi</i>	0.7%	0.0%
48	<i>Pteronotus parnellii</i>	1.3%	0.0%
49	<i>Rhogeessa aeneus</i>	1.3%	0.0%
50	<i>Sciurus deppei</i>	1.3%	0.0%
51	<i>Sturnira liliium</i>	0.7%	0.0%
52	<i>Sturnira ludovici</i>	2.6%	0.0%
53	<i>Urocyon cinereargenteus</i>	2.0%	0.0%

En cuanto a los resultados del estimado del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Equidad de Pielou (J) se tiene lo siguiente:

Tabla VI. 14 Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en la subcuencia y el predio donde se pretende el CUSTF.

MAMÍFEROS		
PARÁMETROS	SUBCUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	53	3
H' CALCULADA	3.52	1.0397
H' MAXIMA=Ln (S)	3.97	1.0986
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.89	0.9464
H MAX-H CAL	0.45	0.0589

Como se puede observar en la tabla anterior, la subcuencia presento una mayor riqueza específica, índice de diversidad de Shannon-Wiener y equidad en comparación al predio; por lo que lo anterior indica que en la subcuencia se tiene una mayor diversidad y una población más homogénea y cercana alcanzar la máxima diversidad esperada, parámetros que están lejos para el predio a afectar por CUSTF.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la subcuenca 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 predio y a su vez a la Subcuenca Quintana Roo.

NO SE PROVOCARA LA EROSIÓN DE SUELOS.

De acuerdo a toda la información vertida en el **Capítulo IV** de este estudio se puede realizar las siguientes aseveraciones con la finalidad de demostrar la no erosión del suelo.

De manera puntual y en el área de estudio se puede indicar lo siguiente con respecto al recurso suelo:

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 son de tipo Leptosol lítico con incrustaciones de Leptosol réndzico (suelos equivalentes a Litosol-Rendzinas). En el área de estudio existe una profundidad de aproximadamente 20-23 cm y con un contenido de materia orgánica de 4.5 %. Por otro lado, debido a su mínimo espesor se considera a este tipo de suelo con un grado de desarrollo reciente.

Relieve, pendiente, geomorfología. De forma particular, el área del proyecto ocupa una gran planicie kárstica con una leve inclinación no mayor del 0.01 %, con pendiente de dirección Oeste – Este (hacia el Mar Caribe) en la que no existen elevaciones de importancia.

Cubierta vegetal. La vegetación del área de estudio es secundaria derivada de selva mediana subperennifolia y está poblada por las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, y que de acuerdo a sus medidas de dasometría le confieren al terreno una vocación forestal.

Grado de erosión del suelo. Existe una pendiente generalmente plana con muy pocas ondulaciones (0-0.01grados) y no existen cuerpos hídricos superficiales en las cercanías, lo cual contribuyen a evitar un mayor arrastre de suelo (humus y germoplasma vegetal) y evita la salinidad del mismo. En otras palabras en el área de estudio no se presenta una condición desfavorable para la pérdida de suelo. Esto viene a confirmarse por los estudios realizados por Chiappy y Gama *et al* (2004²) quienes catalogaron el área de estudio con una baja susceptibilidad a la erosión y de ligera fertilidad.

² Chiappy C. y L Gama (2004). Modificaciones y fragmentación de los geocomplejos tropicales de la Península de Yucatán. Universidad y Ciencia. Número especial. 1: 17-25.

México es un país de compleja orografía, casi el 44% del territorio nacional son montañas con pendientes de hasta 35 grados de inclinación. En las montañas los ecosistemas son muy frágiles, tanto por sus características biológicas como porque sus suelos son delgados y se encuentran en declive. Lo que hace que, al eliminarse la vegetación, los suelos queden desprotegidos ante la fuerza de la lluvia y esto forma profundas cárcavas con efectos irreversibles en el ambiente.

Así mismo, en la parte alta de las cuencas hidrográficas los ríos remueven materiales del suelo y los arrastran junto a los que han llegado a su cauce por simple deslizamiento. Por ello, pronunciadas pendientes, combinadas con exceso de lluvias que enriquecen el caudal de los ríos se traduce en un mayor poder erosivo (Hovius, 1998).

La deforestación en ciertas zonas de las cuencas hidrológicas, provoca que haya mayor arrastre de materiales sólidos, lo cual causa la salinización de suelos y la acumulación de materiales, obstaculizando la circulación de las corrientes de agua y por consiguiente, disminuye la cantidad de agua, además de la pérdida de suelos fértiles (<http://cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/iv.html>).

Como se puede observar la condición presente en el área de estudio es totalmente diferente a la presente en las montañas empezando por el tipo de ecosistema, el declive pronunciado y la presencia de corrientes hidrológicas superficiales, etc., factores que no se encuentran en el área pretendido para el CUSTF.

Una vez presentado lo anterior se puede formular las siguientes **conclusiones particulares:**

- Existe una erodabilidad baja en el predio bajo estudio dada la ausencia de pendientes pronunciadas, corrientes hidrológicas superficiales y la presencia de cubierta vegetal con vocación forestal.
- El proyecto, no provocara la erosión de los suelos de la zona, si en cambio compactara e impermeabilizara áreas específicas que serán utilizadas para el establecimiento de las diferentes obras a construir.
- Como medida de mitigación el proyecto mantendrá un área verde en el camellón con una superficie de 17,277.29 m² en la cual se enriquecerá con especies nativas, la cual favorecerá la continuidad en los procesos de formación de suelo por medio de meteorización de rocas y/o acumulación de materia orgánica en su área de influencia directa y la disminución de procesos erosivos dentro de dicha área. Además esta área verde permitirá servicios ambientales como captación de agua de lluvia e infiltración del acuífero de la zona, fungirá como hábitat para las especies de flora que serán rescatadas en un momento dado en el área de afectación por la construcción del proyecto.
- Se propone evitar la contaminación del suelo y al manto freático por infiltración de sustancias utilizadas como materiales e insumos de la obra, mediante la aplicación de procedimientos de supervisión ambiental y forestal, manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.

NO SE DETERIORARA LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.

EN CANTIDAD. El balance hidrológico determina la cantidad anual de agua dulce en el estado de Quintana Roo. Así, se calcula que el estado presenta un volumen de recarga natural del acuífero subterráneo de 8 174 millones de metros cúbicos (Mm³), con una des carga natural hacia el mar de 4 918 Mm³, lo que deja una disponibilidad total de 3 256 Mm³; de los cuales se utilizan solamente 423 Mm³, que corres pon den a 13 % del agua disponible (González-Canto, 2006³).

El grado de presión por extracción sobre el recurso hídrico en el estado es muy bajo (5 %) si se compara con los estados del norte del país, donde la presión sobre el agua subterránea es alta (mayor a 40 %), o con la ciudad de México, donde llega hasta 126 % (Conagua, 2006⁴). La disponibilidad natural promedio de agua dulce per cápita en la Península de Yucatán es de 8 011 m³/hab/año, que representa el doble del promedio nacional que es de 4573 m³/hab/año (Conagua, 2006). De acuerdo con este balance, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo.

No obstante a los datos anteriores, Chow, *et al.* (1994), menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y cubierta vegetal presente, de tal manera que una zona con suelo de textura arenosa y vegetación en abundancia, tendrá menor capacidad de escurrimiento (mayor infiltración) que una zona carente de vegetación donde no existen horizontes edáficos. El retiro de la vegetación potencializa el escurrimiento de agua en una cuenca, proceso que repercute en el balance hidrológico de la misma al disminuir el suministro gradual de agua al acuífero, sin embargo tomando en cuenta las dimensiones del área de CUSTF en el predio (7.858994 ha) con respecto a las dimensiones de la subcuenca Quintana Roo (1,437,229 ha) que es donde se encuentra inmerso el proyecto, una variación en el coeficiente de escurrimiento por más drástico que sea el cambio, no podrá alterar el flujo ni cantidad disponible de agua en la cuenca antes mencionada. Considerando lo anterior se asume que las posibles afectaciones hacia este servicio ambiental, serán puntuales y sólo se limitarán a la superficie de cambio de uso de suelo propuesta.

Es importante señalar que durante la construcción del proyecto se mantendrá superficie permeable, correspondiente al área de camellón, por lo que el proyecto no afectará significativamente este servicio ambiental en la subcuenca Quintana Roo.

A través de la medida anterior (área de conservación con vegetación nativa) se garantiza la infiltración del agua lluvia al subsuelo, por lo que el proyecto no afectará significativamente la captación en cantidad del agua en la subcuenca Quintana Roo y en la región.

EN CALIDAD.

³ González Canto F.A. (2006). Los retos del agua en Quintana Roo. Acciones locales para un reto global. IV Foro Mundial del Agua, México.

De acuerdo con este balance hidrológico del estado de Quintana Roo, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado, que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también se presenta una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático. Esta contaminación puede ser natural debido a la disolución de materiales que componen el subsuelo (yesos y anhidritas) o por la entrada de agua de mar en los sitios cercanos a la costa. Pero también puede ser provocada por el ser humano, en la medida en que una extracción excesiva de la capa de agua dulce provoca el ingreso de agua salada de la capa inferior, proceso que se conoce como intrusión salina.

De manera particular en el área de estudio se tienen las siguientes condiciones en cuanto a la calidad del agua:

De acuerdo con los estudios realizados por Infraestructura Hidráulica y Servicios (diciembre 2001), la calidad del agua comprendida en la zona, alcanza los valores que se anotan en la tabla siguiente.

Tabla VI. 15 Valores de calidad del agua en la zona donde se realizará el proyecto.

PARÁMETRO	UNIDAD	POZO A 18.25 m	POZO A 12.5 m
Conductividad eléctrica	Mmhos/cm	687	469
OD	mg/l	0.8	3.4
pH		7.32	7.37
Contenido Equivalente de H ₂ S	mg/l	Ausente	Ausente
Ca	mg/l	73	73.39
Mg	mg/l	25.39	6.29
Na	mg/l	46.71	130.12
K	mg/l	2.62	2.55
Bicarbonatos	mg/l	241	198

PARÁMETRO	UNIDAD	POZO A 18.25 m	POZO A 12.5 m
Sulfatos	mg/l	0.19	0.19
Coliformes fecales	NMP/100-ml	3	4
Nitratos	mg/l	0.26	0.016
Nitritos	mg/l	2.2	0.9
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	361	279
Alcalinidad Total	mg/l	237.03	196.88

Las unidades geohidrológicas presentes en la región del proyecto están conformada por material consolidado compuesta por rocas calcáreas en estratos delgados y gruesos, el acuífero es de tipo libre, recargado por lluvias, su nivel estático fluctúa entre 0.5 m y 20 m, con temperatura promedio de 20 °C, la dirección del flujo es hacia la costa, con una calidad del agua tolerable.

Durante el CUSTF por el proyecto, se generarán aguas residuales producto del fecalismo de los trabajadores. Por lo tanto, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales provenientes de los frentes de trabajo durante la construcción se contratara una empresa arrendadora de sanitarios portátiles certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 letrina por cada 20 trabajadores por frente de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizara la disposición final de las aguas residuales y por último, exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento anteriormente mencionado.

Se aplicara un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos para los residuos que se generen en los frentes de trabajo con el fin de evitar lixiviados de los mismos y contaminación del suelo y del agua.

Se realizará mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos con el fin de evitar descomposturas en el área del proyecto. En caso de derrames accidentales se retiraran del sitio el suelo contaminado y se dará tratamiento de residuo peligroso.

Como se describió anteriormente el proyecto realizará las obras y medidas de prevención que garantizaran que el proyecto no afecte la calidad del agua.

Por todo lo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la calidad del agua con respecto al predio y a su vez a la subcuenca peninsular.

Después de analizar y evaluar los impactos generados en cada uno de los recursos del medio natural, se plantean las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos detectados, por la realización de las actividades inherentes al proyecto.

VI.2 Justificación económica que motive la autorización excepcional del cambio de uso de suelo

Para la puesta en marcha del proyecto, se requerirá de una inversión aproximada de \$ 170,075,000.00 pesos (ciento setenta millones setenta y cinco mil pesos 00/M.N).

Por otra parte, todo tipo de proyectos traen consigo además del beneficio de oferta y demanda al turismo nacional e internacional, otros beneficios asociados, como son las inversiones necesarias para su realización, lo que implica la contratación de empresas que ejecutarán las obras, la compra de insumos, así como los pagos de permisos y derechos. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona; impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al municipio de Tulum, al gobierno estatal y federal.

De acuerdo a lo anterior, el valor total económico estimado del aprovechamiento de los recursos biológicos-forestales del predio que derivarán del cambio de uso de suelo, asciende a \$224,525.27 (doscientos veinticuatro mil quinientos veinticinco 27/100 M.N.) por lo que este valor representa únicamente el 0.13 % de la inversión total para el proyecto.

Considerando lo anterior y la vocación del uso del suelo establecido por los instrumentos de planeación vigentes y aplicables al predio donde se pretende el desarrollo del proyecto, en este caso el POEL del Municipio, económicamente es más factible la realización del proyecto, traerá beneficios a diferentes sectores productivos del municipio (mayor seguridad a los automovilistas nacionales y extranjeros que realizar un aprovechamiento forestal de los recursos existentes.

El presente proyecto es de gran importancia para desarrollo local y regional principalmente, y considerando la utilidad bruta por el costo de los recursos biológicos-forestales a afectar por el cambio de uso de suelo, se considera totalmente viable y justificable su desarrollo.

Este proyecto tendrá implicaciones y perspectivas positivas a futuro; ya que generará fuentes de empleo temporal y permanente, proporcionara mayor seguridad a la población 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 área del proyecto por su ubicación, los datos socioeconómicos que aquí se plantean aplica al municipio en el contexto general.



Figura VI. 1 Ubicación del proyecto en relación al municipio.

DEMOGRAFIA. En últimos años, el crecimiento de la población quintanarroense ha sido notable, en particular el Municipio de Tulum, Por ello y conforme a los datos del Censo de Población y Vivienda (2010), el municipio de Tulum contaba con 28,263 habitantes, lo cual se distribuía en 14,714 hombres y 13,549 mujeres. De manera complementaria en la **Tabla VI.16** se resumen los datos poblacionales más relevantes para el municipio de Tulum, en comparación el resto del estado.

Tabla VI. 16 Algunos datos poblacionales más relevantes para el municipio de Tulum.

CONCEPTO	Tulum	QUINTANA ROO
Población	28,263	1,325,578
Población Masculina	14,714	673,220
Población Femenina	13,549	652,358
Población Urbana	87.8 %	88.0%
Población Rural	12.2 %	12.0%
Población de 5 años o más que habla lengua Indígena	9,216	196060

En general, las características demográficas de Tulum son similares al conjunto de la entidad de Quintana Roo. Sin embargo, una diferencia significativa es que en este municipio la población tiene una mayor concentración en zonas urbanas y una mayor densidad de habitantes en el territorio. Así, en el Municipio, el 87.8 % de la población es urbana. Además, en

Tulum hay una relación de 13.96 habitantes por kilómetro cuadrado, mientras que para Quintana Roo es de 26.4 habitantes por kilómetro cuadrado.

De esta manera, aunque Tulum ha tenido un importante crecimiento urbano, el uso de suelo urbano representa sólo aproximadamente el 1% del territorio. De tal forma que de las más de 170 localidades reconocidas en el Municipio, cinco son las que concentran un mayor número de habitantes (81.6 por ciento de la población total); como son: su cabecera municipal Tulum, Akumal, Chanchen Primero, Ciudad Chemuyil y Cobá (**Tabla VI.17**).

Tabla VI. 17 Localidad y habitantes de las poblaciones más importantes de Solidaridad.

LOCALIDAD	POBLACIÓN
Tulum	18,233
Akumal	1,310
Chanchen Primero	875
Cobá	1,278
Ciudad Chemuyil	1,377
TOTAL	23,073

Procesos migratorios.

Tulum es el Municipio que en los últimos años ha tenido las tasas de crecimiento poblacional más altas en todo el país. El principal componente del crecimiento poblacional es la migración, atraída por la oferta de empleos en el sector turístico. Con datos del Censo General de Población y Vivienda de 2010, el porcentaje de habitantes del Municipio nacidos fuera de la entidad era del 50.8 %, mientras que en el Estado era del 49.2 %. Por otra parte, los cuatro estados que son reportados por el INEGI como las principales entidades de origen de la migración a Solidaridad son: Yucatán, Chiapas, Tabasco Veracruz.

Por lo que en base a lo anterior, el proyecto contribuirá a mejorar la circulación del turismo así como de bienes y servicios en la zona, con ello se reduce tiempo de espera además de que se provee de una vialidad alterna que contribuye a la prevención de accidentes de tránsito, además la zona será objeto de planeación urbana y con ello se mejorará la economía de la zona.

ECONOMÍA. La economía del municipio está fundamentalmente sustentada en el turismo. Este es el principal componente de ocupación en el sector terciario de actividad económica (comercio y servicios), predominante en el municipio frente a las actividades agropecuarias e industriales.

En este sentido, se considera que el crecimiento del sector turístico en el municipio impulsa altas tasas de ocupación de la PEA municipal, con tasas de 96% de la misma, ocupada para años recientes. Este elemento impulsa a su vez un fuerte crecimiento demográfico de origen

social (migración al municipio), que a la par del crecimiento natural de la población, garantiza una fuerza laboral constante en las localidades urbanas del municipio (**Tabla VI.18**).

Tabla VI. 18 Distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) en el municipio.

CENSO 2010	POBLACIÓN OCUPADA	POBLACIÓN NO OCUPADA
Hombres	96%	4%
Mujeres	97%	3%

Salario mínimo vigente. Para efecto de la fijación de salario mínimo, todos los municipios del estado de Quintana Roo corresponden a la zona económica "B", cuyo salario mínimo general actual es de \$ 63.77 pesos diarios por jornal (STPS-CONASAMI, 2014). Tomando en consideración la zona donde se ubica el predio de interés, el incremento que se ha dado al salario mínimo no se correlacionan con los precios de los productos básicos.

Nivel de ingreso per cápita. Se han considerado los registros para el municipio Solidaridad, en la **Figura VI.2** se muestran los ingresos de la población. De donde se puede señalar que la mayor proporción de la población se ubica entre 1 y 3 salarios mínimos. Lo anterior, refleja que muchas de las necesidades de los habitantes de la región no podrán ser solventadas, por la falta de mejores salarios.

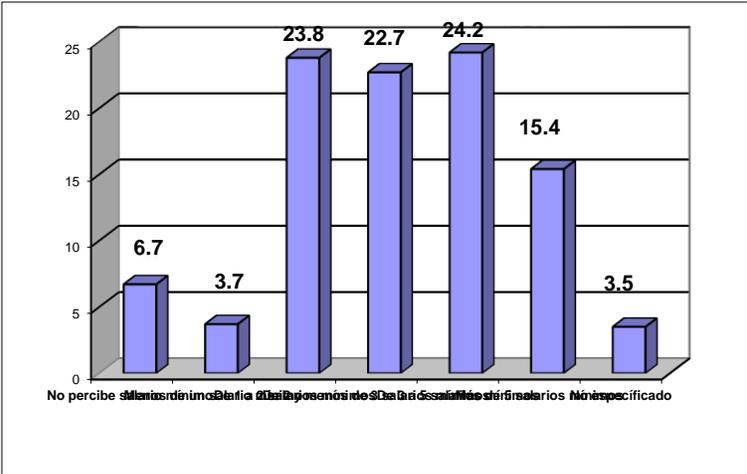


Figura VI. 2 Situación del ingreso per cápita en el municipio.

Particularmente e proyecto representa una inversión de infraestructura vial que permitirá el acceso a otras áreas en desarrollo y que además representa una vía alterna a la ya existente, de esta manera se reduce el transito en la avenida Cobá y también se permitirá otra avia alterna más segura para los ciclistas.

De acuerdo a los datos anteriores y tomando en cuenta la gran oportunidad de empleo que se generará a través de este proyecto, es factible el mayor impulso del sector secundario (actividades de construcción) y el sector terciario (mayor demanda de servicio turístico), por lo

que en suma este proyecto detonara la actividad económica a nivel local (municipio de Tulum), así como el estatal y nacional.

CONTENIDO

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	2
VII.1 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	2
VII.2 Programa de manejo ambiental	10
VII.3 Seguimiento y control (monitoreo)	12
VII.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....	12
VII.5 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.	12

TABLAS

Tabla VII. 1 Simbología que se utilizara para categorizar las medidas propuestas del proyecto.	2
Tabla VII. 2 Medidas para el componente ambiental AIRE.	2
Tabla VII. 3 Medidas para el componente ambiental FLORA SILVESTRE.	3
Tabla VII. 4 Medidas para el componente ambiental FAUNA SILVESTRE.....	5
Tabla VII. 5 Medidas para el componente ambiental SUELO NATURAL.....	6
Tabla VII. 6 Medidas para el componente ambiental AGUA.	8
Tabla VII. 7 Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.	11
Tabla VII. 8 Especies con los mayores valores de área basal y volumen total en el área que será afectada por cambio de uso del suelo.	15
Tabla VII. 9 Costo por hectárea de la mano de obra para realizar el proyecto durante doce años.	23
Tabla VII. 10 Costo de los principales insumos a utilizar en la reforestación de una hectárea.	24
Tabla VII. 11 Resumen de costos para reforestar en el área de estudio.....	24

FIGURAS

Figura VII. 1 Contexto para determinar las estrategias de ordenación de selvas secundarias degradadas.....	13
--	----

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL

VII.1 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de 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 VII.1**.

Tabla VII. 1 Simbología que se utilizara para categorizar las medidas propuestas del proyecto.

TIPO DE MEDIDA		COMPONENTE AFECTADO		ETAPA DEL PROYECTO	
Prevenición	P	Aire	Ai	Preparación del Sitio	Ps
Mitigación	M	Flora	I	Construcción	Co
Compensación	C	Fauna	Fa	Operación y Mantenimiento	Om
		Suelo	S		
		Agua	Ag		

Las medidas siguientes están enfocadas a lo siguiente componentes:

- Componente aire.
- Componente flora silvestre.
- Componente fauna Silvestre.
- Componente suelo.
- Componente agua.

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 VII. 2 Medidas para el componente ambiental AIRE.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
El equipo, vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con mantenimiento preventivo que incluya afinación mayor	P	Ps, Co	Facturas de talleres externos. Llevar a cabo el procedimiento de supervisión ambiental.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
Los vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con su bitácora de mantenimiento preventivo.	P	Ps, Co	Bitácora de Mantenimiento por vehículo.
Los vehículos para el transporte de material pétreo utilizados en el proyecto, deberán contar con verificación vehicular según aplique estatal o federal.	P	Ps, Co	Tarjetones de verificación vehicular, programa de verificación
Queda estrictamente prohibido la quema de residuos sólidos en el área de trabajo	P	Ps, Co, Om	Disposición final en el relleno sanitario de Playa del Carmen, con la consecuente exposición del recibo correspondiente del relleno sanitario. Toma de fotografías del manejo y disposición de los residuos.
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	Ps, Co	Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo.
Se deberá humedecer los caminos internos, con el fin de minimizar la emisión de polvos.	P	Ps, Co	Supervisión en campo, fotografías de la realización de dicha actividad.
Los trabajadores y operadores que estén expuestos al ruido producido por la maquinaria, deberán utilizar tapones auditivos.	P	Ps, Co	Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo.

Tabla VII. 3 Medidas para el componente ambiental FLORA SILVESTRE.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
Para el desmonte de la vegetación se efectúa el presente Documento Técnico Unificado Modalidad B Particular, el cual será sometido a su evaluación en la DGGFS de la SEMARNAT, para solicitar el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y la resolución en materia de impacto ambiental.	M	Ps, Co	Resolutivo con autorización para el CUSTF y la construcción del proyecto, emitido por la DGGFS.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
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.	P	Ps, Co	Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado (Ver Anexo 5 de este estudio técnico). Memoria fotográfica del desmonte.
La vegetación producto del desmonte se deberá trozar con herramienta manual o por maquinaria (picadora) y depositarlo en los claros o zonas con poca vegetación existentes dentro de las áreas verdes del proyecto con la finalidad de contribuir a la formación del suelo de la región.	C	Ps, Co	Supervisión en campo, fotografías del traslado y depósito del material.
No realizar la quema o la eliminación de los residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.	P	Ps, Co	Supervisión en campo, fotografía del desmonte
Estará estrictamente prohibida la extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación.	P	Ps, Co	Supervisión en campo del cumplimiento de esta medida.
Se rescataran y reubicaran ejemplares de especies de flora silvestre catalogadas bajo algún estatus de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó de importancia ecológica en la región mediante la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF y la implementación del proyecto en la etapa de construcción (Ver Anexo 6 de este estudio).	P	Ps	Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de rescate y reubicación de especies forestales. Demostrar un éxito del 80% en índice de sobrevivencia de las especies reubicadas por el proyecto. Presentar la memoria fotográfica de las actividades encaminadas a la protección y conservación de las Especies forestales.
Las especies nativas de mayor importancia en la composición y estructura de la vegetación del área pretendida para el CUSTF será motivo de rescate y reubicación,	P	Ps	Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de rescate y reubicación de las especies nativas

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
durante la construcción se vigilará que los trabajadores no dañen a la flora circundante (Ver Anexo 6 de este estudio).			propensas a afectación. Demostrar un éxito del 80% en índice de sobrevivencia de las especies reforestadas por el proyecto. Presentar la memoria fotográfica de las actividades del programa de recate y reubicación de las especies forestales.

Tabla VII. 4 Medidas para el componente ambiental FAUNA SILVESTRE.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna silvestre presente en el sitio. Así mismo se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de desmonte-despalme del terreno y construcción.	P	Ps, Co	Supervisión en campo.
Previo a la actividad de maquinaria pesada e incluso durante su labor, se realizarán revisiones en el área a afectar, para ahuyentar, rescatar o reubicar a la fauna susceptible de afectación por la implementación del proyecto y el CUSTF mediante la aplicación de un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio).	M	Ps, Co	Supervisión en campo de la aplicación del Programa de acción para la protección de la especie de fauna silvestre. Toma de fotografías acerca del rescate y reubicación de los ejemplares.
En las áreas de afectación, revisar previo al desmonte, la presencia de nidos o madrigueras activas, para en su caso reubicar o ahuyentar a la fauna. Por otro lado, se debe evitar la destrucción o perturbación de los sitios de anidación de aves o madrigueras en áreas adyacentes a la superficie de afectación.	M	Ps, Co	Supervisión en campo de la aplicación del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio técnico). Memoria fotográfica de las actividades llevadas a cabo en campo.
Los trabajos de desmonte y despalme se	M	P s, C.	Supervisión en campo y

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
realizarán por etapas, conforme a la programación de la obra, para permitir una salida gradual de la fauna hacia sitios menos perturbados.			memoria fotográfica del desmonte direccionado a través de la aplicación de un Procedimiento de desmonte direccionado (Ver Anexo 5 de este estudio técnico).
Se rescataran y reubicaran ejemplares de especies de fauna silvestre catalogadas bajo algún estatus de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó de importancia ecológica en la región mediante la aplicación de un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio).	P	Ps	Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre. Demostrar un éxito del 80% en porcentaje de éxito obtenido (PEO) en las especies reubicadas por el proyecto. Presentar la memoria fotográfica de las actividades encaminadas a la protección de las especies de fauna silvestre.

Tabla VII. 5 Medidas para el componente ambiental SUELO NATURAL.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
En las áreas de trabajo se ubicaran botes de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, estos contarán con tapa para evitar la proliferación de vectores indeseables y deberán estar rotulados. No se debe permitir la disposición de residuos en el piso descubierto. Se fomentara el reciclaje de los residuos. En términos generales se aplicará un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.	M	Ps, Co	Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos. Memoria fotografía de la ubicación de los recipientes con sus rótulos perfectamente claros.
Los residuos derivados de obras, excavaciones, desmontes o rellenos, será	M	Ps, Co	Supervisión en campo, y memoria fotográfica del

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
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.			retiro de material y recibos del relleno sanitario en donde se lleve a cabo la disposición final.
Los contenedores de residuos sólidos, se deberán retirar periódicamente del sitio para ser enviados a sitios autorizados por la autoridad competente para su disposición final.	M	Ps, Co	Supervisión en campo, memoria fotográfica del retiro de los recipientes y recibos del relleno sanitario.
Limpieza y recolección periódica durante el desarrollo de la obra, de los residuos sólidos urbanos existentes en el área de influencia del proyecto.	M	Ps, Co, Om	Supervisión en campo y memoria fotográfica del mantenimiento aplicado.
Disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial conforme a la legislación aplicable.	M	Ps, Co	Supervisión en campo, fotografías del retiro de la disposición final, recibos del ingreso de los residuos a disposición final.
La maquinaria utilizada deberá estar en buen estado, sin fugas o goteos de aceite o combustible. Cada unidad contará con recipientes para contener probables derrames o pequeños goteos.	P	Ps, Co	Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos peligrosos (Ver Anexo 5 de este documento técnico). Memoria fotográfica de los recipientes para contener alguna fuga o derrame accidental.
Se deberá tener un adecuado control y manejo de residuos de concreto asfáltico o de emulsión asfáltica a utilizar durante la construcción de las vialidades. Se deberá retirar este tipo de material y disponer en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente.	M	Ps, Co	Supervisión en campo y memoria fotográfica del retiro de material de la obra.
Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos que se generen, tales como aceites y pinturas, con	M	Ps, Co	Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
<p>el fin de evitar derrames al suelo natural y al agua. Los residuos peligrosos generados (sustrato firme, agua o materiales contaminados con hidrocarburo, restos y botes de pintura), se dispondrán en contenedores rotulados y con tapa, separando líquidos y sólidos.</p> <p>En términos generales se aplicara un Procedimiento de manejo de residuos peligrosos.</p>			de residuos peligrosos. Presentar memoria fotográfica de la segregación en los contenedores.
Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los almacenes de las constructoras y en el caso de los residuos se dispondrán en el sitio de disposición final autorizado por la autoridad municipal.	M	Co	Fotografías de las áreas del proyecto completamente limpias.

Tabla VII. 6 Medidas para el componente ambiental AGUA.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
Habilitar sanitarios portátiles (letrinas) en el área de trabajo, a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico, de manera que se asegure su óptima operación y se evite infiltraciones al suelo y al agua, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores. Lo anterior evitará el fecalismo al aire libre, contaminación del suelo y freático de la región.	P	Ps, Co	Facturas de renta de las letrinas móviles, memoria fotográfica de su colocación y supervisión en campo de uso.
Los sanitarios deberán ser distribuidos en los frentes de obra, de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando, y se deberán colocar letreros que promuevan su uso.	P	Ps, Co	Fotografías de la distribución de ellos y supervisión en campo.
Las aguas residuales generadas por las letrinas móviles serán dispuestas por la empresa prestadora del servicio, en un sitio	P	Ps, Co	Facturas de renta, fotografías del retiro de las aguas residuales.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
autorizado por la autoridad correspondiente.			
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	Ps, Co	Supervisión en campo de la aplicación del procedimiento de manejo de residuos peligrosos.
Queda estrictamente prohibido tirar residuos sólidos diversos en el área de estudio	P	Ps, C, Om	Supervisar la correcta aplicación del Procedimiento de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.
El agua para consumo de los trabajadores, procederá de bidones proveídos por la constructora.	M	Ps, Co	Fotografías del suministro de agua.

Para el correcto cumplimiento de las medidas de mitigación aquí emitidas, se deberá de ejecutar un programa de supervisión de la acción u obra de mitigación. Se supervisará el cumplimiento de las medidas de mitigación mediante inspección visual (supervisión ambiental), esto con el objetivo de que se cumplan las medidas propuestas en este capítulo.

Impactos residuales

Los impactos residuales representan el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas preventivas o de minimización de impactos. El ambiente, visto como el ecosistema donde vive el ser humano, es un sistema de relaciones donde es imposible cambiar alguna cosa sin alterar otras. En este sentido es que a pesar del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas en el presente manifiesto, se generarán algunos impactos residuales.

Sin embargo, para reducir al máximo estos impactos es necesario que se genere un Programa de Vigilancia Ambiental para el respectivo cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y compensación y a su vez se nombre un Representante Ambiental que vigile dicho cumplimiento para elaborar y gestionar los informes periódicos ante la SEMARNAT y PROFEPA ya que su incumplimiento también amerita sanciones, multas y hasta la clausura de los permisos. Los impactos residuales identificados a través del respectivo análisis se describen a continuación:

Flora silvestre

Debido a la ejecución del proyecto se reducirá el hábitat favorable de la mayoría de las especies vegetales nativas debido a la modificación permanente de su medio natural de desarrollo

Fauna silvestre

Durante el desarrollo del proyecto aumentará considerablemente la presencia humana y la generación de ruido por maquinaria y vehículos que afectará directamente la abundancia de las poblaciones de animales silvestres, especialmente aves, provocando su desplazamiento hacia otras zonas menos alteradas, pudiendo algunas de estas especies regresar a la zona del proyecto una vez finalizadas las obras y manteniendo el área de amortiguamiento propuesto.

VII.2 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 \$ 15,000.00 (quince 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 \$ 15,000.00 (quince 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 \$ 15,000.00 (quince 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. Las dos especies a afectar catalogadas bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que se encuentran presentes en la áreas de desplante de este proyecto son: Chit (*Thrinax radiata*) y Kuka (*Pseudophoenix sargentii*) 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 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 \$ 140,000.00 pesos (ciento 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 \$ 30,000.00 pesos (treinta mil pesos 00/100 M.N.).

Tabla VII. 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	\$ 15,000.00 (quince mil pesos 00/100 M.N.)
Costo del manejo de los residuos peligrosos	\$ 15,000.00 (quince mil pesos 00/100 M.N.)
Costo de las actividades del desmonte	\$ 15,000.00 (quince mil pesos 00/100 M.N.)

CONCEPTO	IMPORTE
direccionado del arbolado	
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	\$140,000.00 (ciento cuarenta mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de acción para la protección de la fauna silvestre	\$ 30,000.00 pesos (treinta mil pesos 00/100 M.N.).
COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	\$ 235,000.00 (doscientos treinta y cinco mil pesos 00/100 M.N.)

VII.3 Seguimiento y control (monitoreo)

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.

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.

VII.4 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 (\$235,000.00) más un 20% adicional, es decir se deberá fijar sobre un monto de \$ 282,000.00 pesos.

VII.5 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

ESPECIES FORESTALES PRESENTES.

Como parte de los resultados del muestreo realizado en el predio para el cálculo de los recursos forestales permitieron identificar y registraron una composición florística basada en 22 especies pertenecientes a 22 géneros y 17 familias taxonómicas. La familia botánica más representativa fue la Leguminosae con 4 especies y 4 géneros, le sigue en importancia la Myrtaceae y Polygonaceae con 2 especies cada una.

En cuanto a abundancias se registraron 940 individuos de plantas por hectárea, siendo las especies más abundantes la *Metopium brownie* con 155 individuos, seguida por la *Manilkara zapota* con 113, *Psidium sartorianum* con 95 y *Bursera simaruba* con 93.

OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE RESTAURACIÓN.

Objetivo General.

El programa de restauración para el proyecto tendrá como objetivo, realizar la restauración y recuperación, 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.



Figura VII. 1 Contexto para determinar las estrategias de ordenación de selvas secundarias degradadas.

Objetivos Específicos

- Identificar las áreas propicias para la reforestación y recuperación de áreas forestales deterioradas presentes dentro del área de conservación propuesta por el 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 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 reforestadas 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 nativas 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 áreas verdes con una superficie de 17,277.29 m² serán poco afectadas manteniendo el suelo natural, la superficie a restaurar puede ser ubicada en esas zonas, buscando alguna parte donde se requiera con mayor urgencia la restauración, como claros sin o con poca vegetación.

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 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 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 940 árboles 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 plantas de las especies presentes en el predio, entre ellas las que se encuentran con mayores valores de área basal y volumen total árbol y como las más numerosas en la zona que será afectada y que pueden observarse a continuación.

Tabla VII. 8 Especies con los mayores valores de área basal y volumen total en el área que será afectada por cambio de uso del suelo.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
Metopium brownie (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	1218	40.6409	133.1904

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	668	7.3298	19.8626
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	727	11.9576	36.2986
<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	432	4.2605	12.7816
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	629	14.4636	42.2250
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	747	9.4114	28.3556
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano-	884	16.0175	48.8700
TOTAL		5305	104.0812	321.5838

Esta 7 las especies fueron las que presentaron la mayor abundancia, área basal y volumen total árbol, las cuales representan el 72% de los individuos registrados en el área de CUSTF y por ende son de gran importancia en la estructura de la vegetación a afectar por el proyecto.

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 (1993¹) sobre viveros forestales y para el establecimiento de plantaciones del trabajo de Patiño y Marín (2009²).

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.

¹ Patiño, V. F. y Marín, Ch. J., 1993. Viveros forestales: planeación, establecimiento y producción de planta. Serie: Libro Técnico. INIFAP. CIR Sureste. 159 p.

² Patiño, V. F. y Marín, Ch. J., 2009. Manual para el establecimiento de plantaciones forestales (en proceso de publicación)

Una vez sembrados los envases, se procede a colocar una capa fina de tierra cernida de algún sustrato sobre la semilla, de tal forma que la protejan y le eviten daños por desecamiento, por pájaros o cualquier otro agente que pueda disminuir su germinación y en consecuencia afectar la producción de plantas.

Una protección usual consiste en cubrir la parte superior de los envases con una capa de sustrato aplicándolo al voleo en capas de 0.5 cm. El grosor de la capa de protección es importante, pues si ésta es excesiva puede dificultar, atrasar o evitar la germinación de la semilla.

Cuando las plántulas tienen por lo menos cuatro pares de hojas definitivas y el sistema radicular presenta raíces secundarias, se puede proceder a eliminar algunas plántulas de los envases en los que hayan germinado más de una semilla; en éstos se deberá dejar una sola planta cuidando de que quede la mejor y más vigorosa.

Cuando las plantas alcanzan el tamaño adecuado en el envase, que generalmente es de 20 a 25 cm de altura en promedio, se debe proceder a remover los envases de la cama de crecimiento, con la finalidad de separar las plantas según su altura, debiéndose cortar las raíces que hayan penetrado al piso de la platabanda. Después de esta operación, las plantas se deben regar y dejarse en recuperación por un período de cuatro a cinco días antes de enviarlas al campo.

Con la finalidad de darle mayor resistencia a la planta es conveniente que, tres o cuatro meses antes de que salga del vivero hacia la plantación, se le disminuya paulatinamente la frecuencia de riegos en el vivero, lo que resulta en una mayor adaptación y sobrevivencia, por el endurecimiento a que se le somete.

Los lotes de plantas seleccionados en el vivero por sus características y calidad, deben enviarse al campo en forma separada, en función a su tamaño, con la finalidad de que se uniformice lo más 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 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 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 espaciamento 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 espaciamento. Por ejemplo, cuando se habla de 600 árboles/ha se supone un espaciamento 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 selva mediana, 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

μ_2 = Núm. Individuos vivos del segundo monitoreo

μ_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.

Tabla VII. 9 Costo por hectárea de la mano de obra para realizar el proyecto durante doce años.

CONCEPTO	JORNALES	COSTO POR JORNAL	AÑO 1	AÑO 2-5	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	\$2200.00	\$2300.00

Mantenimiento 2	1	\$100.00	\$100.00	\$2200.00	\$2300.00
SUMAS			\$2,200.00	\$4400.00	\$6,600.00

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 \$ 6,600.

De acuerdo a lo anterior, por ejemplo si se realizara una reforestación de una superficie similar a la afectada por CUSTF (7.858994 ha) el costo por este concepto será de **\$ 51,869.36**.

Los insumos necesarios para el desarrollo del proyecto de reforestación se pueden apreciar en la tabla siguiente.

Tabla VII. 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
TOTAL			\$ 3,180.00	\$3,180.00

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 7.858994 hectáreas si este fuera la superficie a restaurar asciende a **\$ 24,991.60**.

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. El costo de cada visita se compone de gasolina (10 litros a \$ 14.00 por litro: \$ 140.00, honorarios de un técnico que toma la información (\$ 500.00), otros costos imprevistos (\$ 50.00).

En total, cada viaje de monitoreo que se realice tendrá un costo de **\$ 690.00**; por lo tanto, el costo de los cinco viajes para monitorear el estado de la reforestación tendrá un costo estimado de **\$ 3,450.00**

Tabla VII. 11 Resumen de costos para reforestar en el área de estudio.

CONCEPTO	CANTIDAD
Mano de obra en el proyecto	\$51,869.36
Insumos mínimos necesarios	\$24,991.60
Visitas técnicas	\$3,450.00
TOTAL	\$ 80,310.96

Considerando lo anterior, el costo de establecimiento, mantenimiento y monitoreo de la población de árboles durante 5 años para las 7.858994 ha de reforestación, sería de **\$ 80,310.96**. A partir del año 5, 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.

CONTENIDO

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	2
VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto	2
VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.	4
VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	4
VIII.4 Pronóstico ambiental	6
VIII.5 Evaluación de las alternativas	7

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y 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 una selva mediana subperennifolia. De acuerdo a los trabajos de campo se registró una composición florística del área bajo estudio de se registraron 29 familias 46 géneros y 47 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 32 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Bravaisia berlandieriana* (82.65%), *Lasiacis divaricata* (20.55%) y *Cynodon dactylon* (17.66%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato herbáceo se tuvo un valor de 2.6610 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra cercana a la máxima recuperación de acuerdo al índice de equidad $J=0.7678$.

En el estrato arbustivo se registró una riqueza específica de 21 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Neea psychotrioides* (44.83%) seguida de *Gymnopodium floribundum* (31.09%) y *Diospyros tetrasperma* (22.10%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato arbustivo se tuvo un valor de 2.7268 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra en recuperación de acuerdo al índice de equidad $J=0.8956$.

Por último, en el estrato arbóreo se registró una riqueza específica de 23 especies. De acuerdo a las estimaciones del VIR indican que las especies más representativas fueron la *Manilkara zapota* (32.58%), *Caesalpinia gaumeri* (31.84%), y *Coccoloba spicata* (26.95%). En cuanto a la estimación del índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que para el estrato arbóreo se tuvo un valor de 2.8524 y la comunidad vegetal en este estrato se encuentra en recuperación de acuerdo al índice de equidad $J=0.9097$.

Dentro del área del predio se observaron algunos individuos de la *Thrinax radiata* y *Pseudophoenix sargentii* catalogadas en la NOM-059-SEMARMAT-2010 como especies amenazada.

La vegetación predominante en el sitio del proyecto, presenta características que corresponden con una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en la subcuenca

Quintana Roo con aproximadamente el 74% de Selva mediana subperennifolia y 5 % de vegetación secundaria derivada de la selva antes mencionada. Esta comunidad vegetal presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas. Se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje.

No obstante a lo anterior, de acuerdo a comparaciones realizadas entre el predio y subcuenca Quintana Roo 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 24 especies pertenecientes a 16 familias de vertebrados. En cuanto a importancia y representatividad por grupos faunísticos se tiene que las aves son las más importantes (66.7%), seguido de reptiles (20.8%) y Mamíferos 12.5%.

Los Reptiles registraron una riqueza específica de 5 especies con abundancia de 11 individuos. El índice de Shannon-Wiener y la Equidad indica un valor de 1.4681 y 0.9122. 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 16 especies con abundancia de 30 individuos. El índice de Shannon-Wiener, y Equidad indica un valor de 2.6557 y 0.9579. Lo anterior indica que la población de aves se encuentra cercana a alcanzar el estado climax de la población dentro del ecosistema bajo estudio.

Por último, los Mamíferos permitieron un registro de 3 especies con abundancia de 4 individuos. El índice de Shannon-Wiener y Equidad indica un valor de 1.0397 y 0.9464. Lo anterior indica que la población de mamíferos se encuentra cerca de alcanzar el estado climax de la población dentro del ecosistema bajo estudio.

Se reportan 1 especies de fauna Silvestre catalogada bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Mexicana y 1 especies endémicas de la Región Península de Yucatán. Este es la carga biótica y parte importante de la biodiversidad protegida presente dentro del área de afectación por el CUSTF. Sin embargo, debido a la vegetación presente en el área de estudio es secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia con vocación forestal, cuya riqueza y diversidad de especies se encuentra por debajo a los registrados en otras áreas con características similares de vegetación (selva mediana subperennifolia) del estado de Quintana Roo y de la subcuenca Quintana Roo.

SUELO. En el área de estudio se observó suelos de tipo Litosol con incrustaciones de Rendzina y con afloramientos de roca.

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 una selva mediana subperennifolia en una superficie de 7.858994 ha 0.00072% de la selva mediana subperennifolia de la Subcuenca Quintana Roo, 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 un área verde en los camellones en los que se permanecerá con suelo natural y vegetación nativa típica de la selva mediana subperennifolia. 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, Litosol-Rendzina. 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.

Debido a la importancia que enmarca la medida de mitigación anterior se deberá delimitar y colocar señalamientos donde se advierta la prohibición del uso de esta zona como tiradero.

Antes de llevar a cabo el CUSTF (desmonte y despalme) se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción

para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de contribuir a la protección y conservación de la flora y fauna silvestre de importancia ecológica de la región.

En el momento del CUSTF se recomienda que el desmonte se inicie manualmente y posteriormente con la participación de maquinaria pesada. El desmonte 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 desmonte 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.

La medida de mitigación al impacto ocasionado al suelo por la conformación de los terraplenes, se deberán humedecer las áreas de nivelación, rodamiento y volcamiento de material pétreo, para evitar la emisión de polvos hacia la atmósfera.

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 20 trabajadores desde el inicio de la obra hasta la finalización del CUSTF y la etapa de construcción. Para evitar la defecación al aire libre, todos los trabajadores durante el desmonte 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 Pronóstico ambiental

El proyecto de la avenida en la que se tendrá que reemplazar una superficie de 7.858994 ha por motivo de cambio de suelo de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en el municipio de Tulum Quintana Roo, en un predio particular es congruente con el escenario que se tiene considerado en los instrumentos de planeación estatal y municipal (Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016, Ordenamientos municipales y locales. 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 Terrestre Prioritaria, Área Natural Protegida, Áreas de Importancia para la protección de las Aves, Corredores Biológicos, no obstante, el proyecto está dentro de una Región Hidrológica Prioritaria y una Región Marina Prioritaria, en cuanto a la primera no se detectaron cuerpos de agua superficiales en el trazo, y por el segundo el proyecto queda fuera de toda influencia marina, sin embargo, ambas están relacionadas con el recuero agua, por lo que se tomarán medidas (Capítulo VII) para evitar la afectación a este recurso, por lo tanto el proyecto es totalmente congruente y viable ambientalmente.

Actualmente, en el sistema ambiental de este proyecto existen numerosos asentamientos humanos dispersos 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.

El proyecto pretendido es una infraestructura necesaria para el impulso turístico de la zona mejorando el sistema de comunicación vial. 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 de conservación asignadas por el proyecto.

Una vez concluida la remoción de la vegetación 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 áreas verdes destinadas a camellones en las que serán reubicadas usando técnicas de reforestación las especies nativas producto del rescate de las especies forestales en el área de CUSTF.

VIII.5 Evaluación de las alternativas

El área en el cual se pretende realizar el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales para el proyecto, es considerado el terreno idónea para el mismo. Este predio está poblado por una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en donde el uso (vías generales de comunicación que se pretende llevar a cabo en dicho sitio no se contrapone con los usos permitidos en la zona de acuerdo a los ordenamientos locales.

Como se ha demostrado en los apartados anteriores el presente CUSTF para el proyecto no afectara de manera importante la calidad y cantidad de agua, no erosionara al suelo, no afectara la biodiversidad y el proyecto es más productivo a largo plazo a si en la región se siguiera llevando a cabo los usos actuales del predio.

El proyecto enmarca una gran importancia económica en la región en la gran oportunidad de brindar servicios de traslado terrestre al mejorar y crea una alternativa hacia lugares de interés turístico, además con esta vialidad se accederá a nuevas áreas para desarrollos habitacionales proyectados en la zona.

El área en donde se pretende llevar a cabo el proyecto no se puede considerar como un ecosistema excepcionalmente conservado; ya que se encuentra en un estado de recuperación baja-mediana cuya vegetación se encuentra poblada con elementos arbustivos y arbóreos con un diámetro normal y altura promedio de 14.3 cm y 4.9 m, respectivamente. De manera general se observó una vegetación totalmente entremezclada sin una clara definición de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. La vegetación presenta una composición, estructura y diversidad de menor valor que el presenta en la cuenca, tal como se demostró en el capítulo correspondiente.

En cuanto a la fauna silvestre se registraron especies generalmente presentes en áreas abiertas y perturbadas por la actividad antropogenica o causas naturales tales como los huracanes o incendios forestales.