

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

“Lotificación del Predio San Martín”

Gestión de la
Autorización de
Cambio de Uso de
Suelo Forestal e
Impacto Ambiental
para la Lotificación
del Predio San
Martín, Fracción II,
Lote 14, 15 , 16

CAPITULO I

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1. Nombre del proyecto.

"Lotificación del Predio San Martín"

I.2. Nombre o Razón Social del Promoviente

Arturo Moran Iragori, Esteban Ruiz Velazco Orozco Y Alejandro Ruiz Velazco Orozco, Jorge Basurto Bustinzar.

I.3. Ubicación (dirección) del promoviente.

Calle 6 entre 20 y 25, Col. Centro, Consultoría Financiera del Caribe, Código postal 77710. Playa del Carmen, Quintana Roo.

I.4. Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal.

Se solicita la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en un área de 14,331.19 m² (1.43 ha), el tipo de vegetación corresponde a Selva mediana subperennifolia.

I.5. Duración del proyecto.

El tiempo estimado para realizar los trabajos de cambio de uso de suelo en terrenos Forestales es de 2.5 años (30 meses).

CAPITULO II

II. USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO

II.1. Objetivo del Proyecto.

Cumplir con los requisitos legales que establecen la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para obtener la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales y en Materia Ambiental, derivado de la Lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, ubicado en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Impulsar el desarrollo urbano del Municipio de Solidaridad y por consiguiente elevar el nivel de vida de sus habitantes a través de la creación de opciones de vivienda digna para los habitantes de la cabecera municipal y poblaciones circunvecinas; en la que se centra el desarrollo económico del municipio, basado en la industria de servicio y turismo. El desarrollo del conjunto habitacional ecológico está diseñado para estar en interacción con el medio ambiente natural, enfocado a que los futuros propietarios tengan una visión de la importancia del cuidado de los recursos naturales.

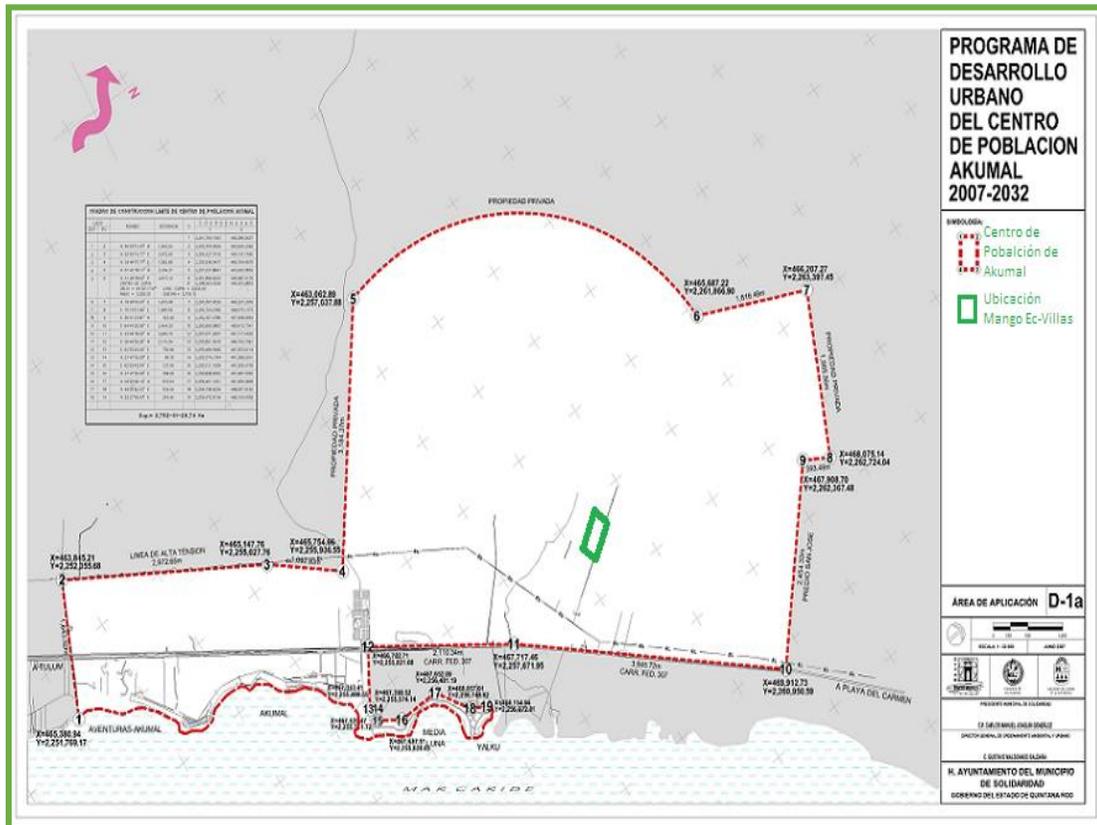
El presente Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad "A" se ha realizado para cumplir con las disposiciones para la solicitud del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) de una superficie de 3.08 hectáreas, como se establece en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de Febrero de 2005) para la división en lotes urbanos del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16. El predio tiene una superficie de superficie de 3.08 hectáreas y la subdivisión se realiza con el objeto de dividir el predio en lotes para vivienda urbana que serán entregados a habitantes de la zona para el establecimiento de vivienda propia; lo anterior dentro de los límites de uso de suelo destinado al aprovechamiento (Propuesta del Modelo de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad) y Uso de Suelo Urbano (Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal 2007 – 2032).

La actividad humana ha llevado a la degradación de los recursos naturales, debido al mal uso que de ellos se ha hecho y a la intensidad con que se han explotado, lo cual ha traído consigo la destrucción, desgaste y desperdicio de dichos recursos, siendo mucho mayor que las primeras generativas. Por ello urge buscar principios que orienten el aprovechamiento sustentable determinado por los instrumentos de planeación territorial, mismos que previenen y consideran el aprovechamiento de los ecosistemas sin destruirlos; aquí radica la importancia de un Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad "A", que tenga la visión de mitigación de impactos negativos hacia los recursos naturales que pudieran ocasionarse en las áreas afectadas.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad “A” para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

El Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad “A” servirá, además como base para realizar las labores tendientes al cambio de uso de suelo en terreno forestal; así como también las labores y avances de las mismas.

El sitio donde se ubican el predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, es una zona del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal 2007–2032, con política ambiental de Aprovechamiento Urbano y con vocación de uso de suelo Urbana, de tal manera que el proyecto cumple con tales disposiciones normativas. (Figura I.1)



Ubicación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, en relación al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal 2007 – 2032.

A pesar de que la zona donde se ubica el proyecto está considerada en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad como una zona con Política de Aprovechamiento Urbano y uso de suelo Urbano, observándose una diversidad específica consistente con las descripciones hechas para las áreas cubiertas con selva mediana subperennifolia, para los cuales se requiere la gestión de la Autorización de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales.

Uno de los aspectos a destacar es que la lotificación del predio San Martín se realiza con la finalidad de proporcionar a los habitantes de la región un predio en donde puedan por cuenta propia realizar la construcción de una casa habitación acorde a sus necesidades y recursos

económicos, haciendo de esta manera accesible la obtención de una vivienda propia a todos los niveles sociales y económicos de la población.

La región denominada corredor Cancún-Tulum, actualmente conocida con el nombre de Riviera Maya, se ha insertado en el contexto internacional junto al Polo turístico de Cancún como destino de turistas que encuentran en sus recursos naturales la fuerza que los atrae y los cautiva, cuya repercusión se siente en la creciente inmigración de población, demanda de nuevos servicios y espacios de habitación, razón por la cual se hace prioritaria la planeación del crecimiento ordenado de los centros urbanos que la integran.

En el presente documento se considera necesario lograr que durante el crecimiento del Centro de Población de Akumal se respete el entorno, manteniendo un equilibrio inquebrantable entre ambos medios, manteniendo de esta manera el desarrollo sustentable.

II.2 Naturaleza del proyecto.

El proyecto "Lotificación del Predio San Martín", es una futura población que está diseñado en armonía con el medio ambiente, que se aprovechará de manera sustentable para minimizar los efectos negativos a la naturaleza.

Las habitaciones ecológicas están diseñadas para una población amante a la naturaleza, enfocadas a habitarlas directamente o utilizarlas como casas de campo.

Las calles estarán diseñadas con su entorno natural, conservando los ejemplares de vegetación de mayor tamaño, haciendo que los peatones, vehículos circulen entre los árboles.

Las banquetas, contarán con una vegetación arbustiva, diseñadas para contar con las necesidades de los arbustos, arieta adecuado, riego etc.

Las casas estarán inmersas en la vegetación, el ambiente será directamente con la naturaleza, respetando las arboles que se vean bien anclados y conservándolos.

II.3. Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.

El crecimiento poblacional de la zona norte del estado de Quintana Roo, en especial de la zona conocida como Riviera Maya, es de vital importancia el crecimiento ordenado y controlado, los predios del proyecto, constituyen una importante fracción dentro del polígono de crecimiento de la comunidad de Akumal, con una política ambiental de Aprovechamiento urbano según el POEL de Solidaridad.

Instrumento ambiental aplicable	Unidad de Gestión Ambiental/ Política Ambiental	Uso predominante
POEL Solidaridad	UGA 8 Zona Urbana Akumal	Aprovechamiento Urbano

Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal 2007-2032	MSU-1 Subcentral	Habitacional de Intendencia Baja
--	------------------	----------------------------------

II.4. Programa de trabajo

La apertura de vialidades de acceso y lotificación consiste en intervenir la vegetación arbórea y/o arbustiva con la finalidad de establecer las vialidades internas al predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, las cuales delimitarán manzanas de 10,000 m², en las cuales se realizará la lotificación de los predios de 650 m² (ver Figura I.2).



Desmote para la apertura de vialidades de acceso y Lotificación en el Predio.

Las vialidades de acceso (vialidad interna) y lotificación, el desmote se realizará de manera manual con hachas, machetes, motosierras y que posteriormente serán niveladas con material pétreo de la zona sascab. (Ver figura I.3).



Vialidades interiores y lotificación del predio

La apertura de las vialidades tiene por objeto, entre otros:

- a) Delimitar las manzanas al interior de las cuales se realizará la lotificación en predios que serán puestos a disposición de la población.
- b) Permitir el acceso de los habitantes a los predios.
- c) Servir como áreas de instalación de servicios públicos (tendido de redes de distribución de energía eléctrica y agua potable, colocación de alumbrado público, etc.).

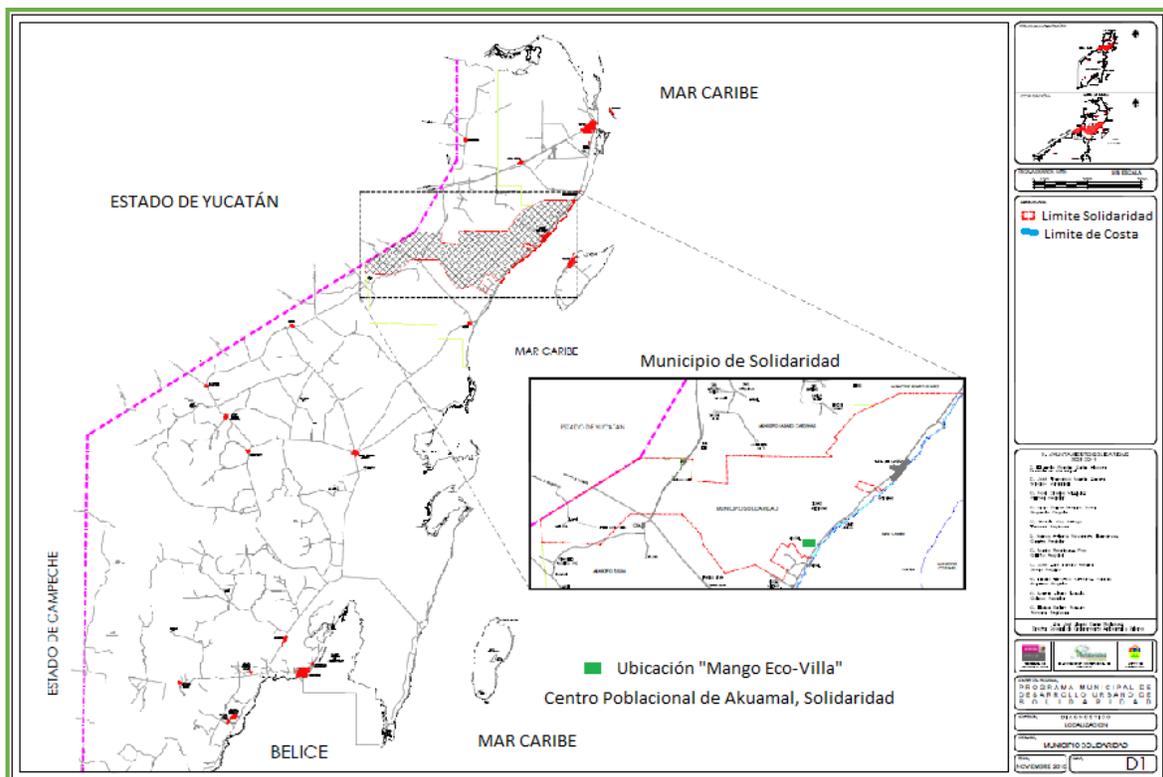
La lotificación del predio se plantea en la totalidad de su superficie la cual es de 3.08 hectáreas. En esta superficie se instalarán un total de 42 lotes habitacionales para atender la demanda de vivienda de la zona.

CAPITULO III

III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USOS DE SUELO A TRAVES DE PLANOS GEORREFERENCIADOS.

III.1. Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto.

El proyecto "Lotificación del Predio San Martín" corresponde a un conjunto habitacional unifamiliar ecológico con ubicación en Predio "San Martín", Fracción II, Lote 14, 15, 16, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, el cual cuenta con una superficie de 30,824.05 m² (3.08 Ha).



Ubicación del Predio San Martín, respecto al Municipio de Solidaridad.

III.2. Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica.

El poblado de Akumal se localiza en el municipio de Solidaridad en el estado de Quintana Roo sobre las coordenadas UTM Este 466,649.8872 y Norte 2'255,741.7425, a una altura de 10.00 m sobre el nivel medio del mar, a un costado de la carretera federal 307, a 92.5 Km. al sur de la ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo y a 254.5 Km. al noroeste de la ciudad de Chetumal, municipio de Otón P. Blanco, capital del estado.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

El predio San Martín, es el sitio donde se pretende desarrollar el Proyecto, y se ubica en Fracción II, Lote 014, 015, y 016 del Predio San Martín, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Predio "San Martín" Fracción II	
Lotes	Superficie
014	10,272.81 m ²
015	10,273.71 m ²
016	10,277.79 m ²
Total	30,824.05 m²

Como se observa en la tabla anterior la superficie total del predio es de 30,824.05 m² equivalente a 3.08 Ha.

El Predio "San Martín", Fracción II, Lote 14, 15, 16, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, se ubica en las siguientes coordenadas UTM Datum WGS84.

CUADRO DE CONSTRUCCION GENERAL					
EST.	T.P.	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS	
				Y	X
	1	.	.	2259497.815	466993.0805
1	2	N 36° 15' 01'' W	273.22	2259717.864	466831.1387
2	3	S 57° 09' 32'' W	111.41	2259657.445	466737.5344
3	4	S 35° 53' 01'' E	273.51	2259435.899	466897.9084
4	1	N 56° 57' 11'' E	113.54	2259497.815	466993.0805
SUPERFICIE TOTAL 30,824.05 m²					

El Predio "San Martín", Fracción II, Lote 14

CUADRO DE CONSTRUCCION LOTE 14					
EST.	T.P.	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS	
				X	Y
	1	.	.	2259497.815	466993.0805
1	2	N 36° 15' 01'' W	89.58	2259570.055	466940.115
2	3	S 57° 00' 50'' W	113.05	2259508.507	466845.2889
3	4	S 35° 55' 52'' E	89.67	2259435.899	466897.9084
4	1	N 56° 57' 11'' E	113.54	2259497.815	466993.0805
SUPERFICIE TOTAL 10,139.2403 m²					

El Predio "San Martín", Fracción II, Lote 15

CUADRO DE CONSTRUCCION LOTE 15					
EST.	T.P.	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS	
				Y	X
	1	.	.	2259570.055	466940.115
1	2	N 36° 13' 41'' W	91	2259643.463	466886.3336
2	3	S 57° 04' 08'' W	113.05	2259582.298	466791.8989
3	4	S 35° 53' 13'' E	91.09	2259508.507	466845.2289
4	1	N 57° 00' 50'' E	112.51	2259570.055	466940.115
SUPERFICIE TOTAL 10,273.75 m²					

El Predio "San Martín", Fracción II, Lote 16

CUADRO DE CONSTRUCCION LOTE 16					
EST.	T.P.	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS	
				X	Y
	1	.	.	2259643.463	466886.3336
1	2	N 36° 13' 41'' W	92.64	2259717.864	466831.1387
2	3	S 57° 09' 32'' W	111.41	2259657.445	466737.5344
3	4	S 35° 53' 01'' E	92.75	2259582.298	466791.8989
4	1	N 57° 04' 08'' E	112.51	2259643.464	466886.3336
SUPERFICIE TOTAL 10,277.49 m²					

El sitio donde se ejecutará el proyecto, se encuentra regulado por las políticas ambientales del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, mismo que se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental 8 (UGA's) con política ambiental de Aprovechamiento de Urbano y con vocación de Uso de suelo Urbana.

Con usos Condicionados por el Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032 (P.O. 13 de diciembre de 2007).

Unidad de Gestión Ambiental			8
Nombre	Zona Urbana de Akumal		
Política Ambiental	Aprovechamiento Urbano		
Superficie	2,174.00 hectáreas	Porcentaje Municipal	1.09 %

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

Tabla referente al porcentaje del Municipio de Solidaridad



Ubicación geográfica y zonas de Uso Mixto

Las zonas de usos mixtos son aquellas en las que la habitación se mezcla con actividades relativas al comercio y los servicios, así como con instalaciones de equipamiento urbano y **alojamiento temporal**. Por su radio de influencia se clasifican en los siguientes tipos: Zonas de Uso Mixto Sub Central con clave MSU.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.



Planos de usos de Suelo en el Centro de población de Akumal, en el círculo azul se encierra la zona donde se ubica el predio San Martín. (Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032).

III.3. Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto.

El acceso al área del proyecto se localiza en dirección Oeste a 1.8 km. del entronque ubicado a la altura del Km 255.5 de la Carretera Federal Chetumal-Puerto Juárez (se localiza a 100 m del Complejo Turístico Grand Sirenis). A 32 km de Playa del Carmen de la Carretera Federal Cancún-Tulum, en un camino de terracería internándose a la selva.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.



Km 255.5 de la Carretera Federal Chetumal-Puerto Juárez (se localiza a 100m del Complejo Turístico Grand Sirenis).



Acceso de terracería que conduce al Predio San Martín, vialidades existentes

III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP)

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida, Zona Arqueológica, Reserva Natural o Área de Protección, sin embargo se hace mención de alguna de ellas, en su caso las más cercanas.

Zona Arqueológica de Xel-Ha

Esta Zona Arqueológica, se encuentra al sur del Proyecto Mango Eco-Villa y a una distancia de 15 Km. La caleta de Xel-Há es una de las más importantes de la costa de Quintana Roo desde tiempos prehispánicos porque es un área natural de abrigo con un hermoso paisaje y una abundante flora y fauna.

Xel-Há, tiene una gran importancia debido a que fue uno de los principales puertos comerciales de la época postclásica tardía. Como parte del recorrido que actualmente puede efectuarse, pueden observarse magníficos ejemplos de pintura mural, en particular en el llamado "Edificio de los Pájaros", elaborados entre los años 200 y 600 de nuestra era. En el Grupo Jaguar puede también apreciarse un felino que da nombre al conjunto, el cual fuera realizado entre el Postclásico medio y el tardío (1200 – 1550).

La historia de Xel-Há puede resumirse en dos grandes periodos. El primero se ubica entre el Preclásico tardío y el Clásico temprano (100 – 600 de nuestra era) y corresponde a un tiempo en el que este puerto era el más grande e importante de la zona. Correspondiendo a su nivel, tenía hermosos palacios decorados con pinturas murales, que recuerdan la fuerte presencia que Teotihuacán tuvo en el área maya en aquellos tiempos.

Algunos opinan que en esa época Xel-Há funcionó como puerto del gran reino de Coba, ubicado tierra adentro, el cual, durante ese período fue uno de las ciudades más poderosas de la península.

A la llegada de los españoles, Xel-Há quedó casi abandonado. Muchos de sus habitantes murieron a causa de las nuevas enfermedades traídas por los europeos y otros huyeron del dominio español adentrándose al interior de la península. Ya para 1550 el sitio estaba en ruinas, completamente vacío.

Además, Xel-Há es poco conocido por los visitantes debido a que los remite al centro de diversiones del mismo nombre, que actualmente ocupa el área de la caleta.

Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Otoch Ma'ax Yetel Kooh ("la casa del mono y el puma", en lengua maya).

Esta Área de Protección de Flora y Fauna, se encuentra al Oeste del Proyecto Mango Eco-Villa y a una distancia de 43 Km.

El Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Otoch Ma'ax Yetel Kooh ("la casa del mono y el puma", en lengua maya), se encuentra en los límites de los estados de Yucatán y Quintana Roo, dadas las circunstancias en que se originó, en el año 2002: las propias comunidades locales, al visualizar las características de su entorno silvestre, sus riesgos y sus potencialidades, solicitaron a los organismos de gobierno su declaración como ANP (Ramos-Fernández et al., 2004). El APFF Otoch Ma'ax Yetel Kooh, cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), conserva una muestra representativa de la selva subperenifolia, de la selva baja inundable y del pastizal inundable de tipo marisma, conocido como sabana, y su fauna asociada, que incluye numerosas especies en situación de compromiso poblacional en el ámbito nacional. Con una superficie de 5 367 ha, el área resulta de gran relevancia cultural y arqueológica, con evidencias de ocupación humana que datan de 2500 a. C. Una importante población de monos araña (*Ateles geoffroyi*), un conjunto de lagunas, cenotes y cavernas, son algunos de los principales atractivos del lugar (CONANP, 2006). Dentro del área protegida se localizan dos comunidades, Punta Laguna y Yod- Zonot, y en su zona de influencia nueve comunidades de menor tamaño, entre las que se cuentan Esmeralda, Campamento Hidalgo, Banco Cenote, Laguna Chabela, Chunyaxché, Santa Rufina, Santa Marta, La Ceiba y Guadalupe (CONANP, 2006). En todos los casos, se trata de comunidades de linaje maya, que conservan el uso de su lenguaje, sus modos de producción tradicionales, la tipología constructiva de sus viviendas, y sus ceremonias ancestrales.

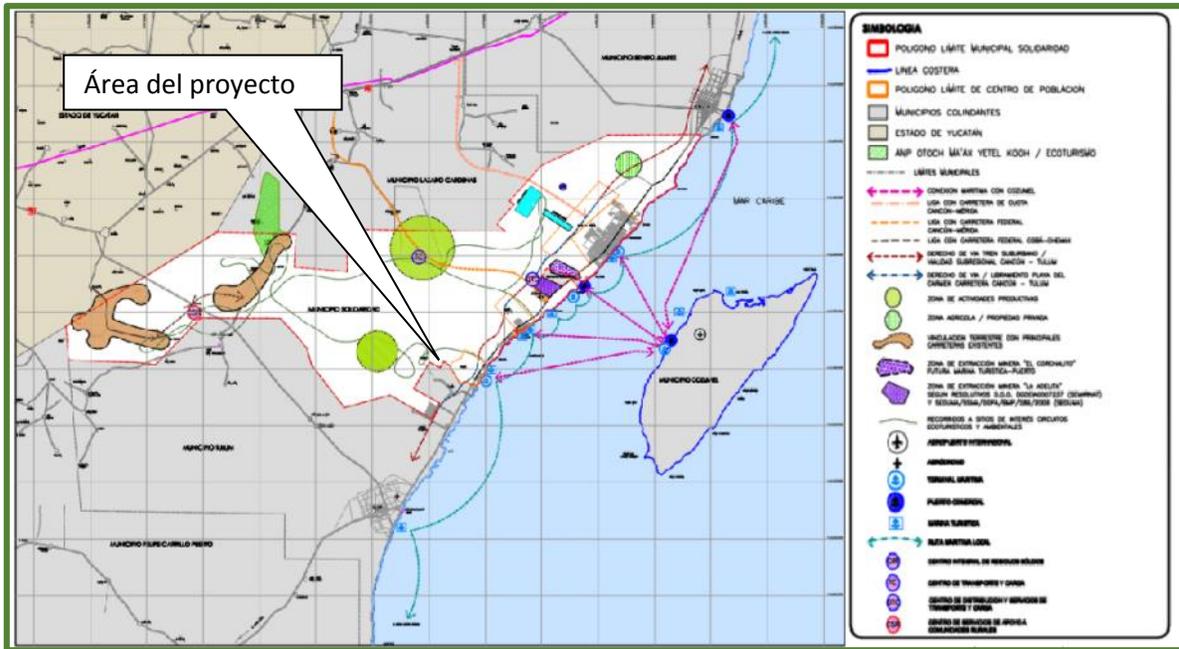
Parque Nacional de Tulum

La zona ubicada entre Tulum y Cobá es definida por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), como la Región Hidrológica Prioritaria número 107, al ser la que mayor aporte de agua dulce tiene hacia el mar con sus ríos subterráneos y cenotes. Estos últimos no sólo está ligados al mar, también lo están hacia las tradiciones, ceremonias y leyendas del pueblo maya.

El parque Nacional de Tulum tiene una extensión de 664 hectáreas, las cuales se distribuye principalmente a lo largo de la zona costera y van desde el norte del poblado de Tulum hasta la zona denominada como Casa Cenote.

El parque colinda hacia el este con la zona Federal marítima y Terrestre y el Oeste con la Carretera Federal 307, se encuentra en el Estado de Quintana Roo, Municipio de Tulum. El Parque Nacional Tulum, constituye la única Área Natural Protegida terrestre en el Corredor Cancún-Tulum y está ubicado alrededor de la zona arqueológica conocida como la "amurrallada" de Tulum.

A pesar de ser un área relativamente pequeña posee una gran variedad de tipos de ambientes, como los manglares de singular belleza, que en su interior albergan diversas especies de flora y fauna características de la región, las playas y los cenotes. Los diversos ambientes de esta ANP son el hábitat de plantas y animales representativos del corredor Cancún-Tulum (algunas de ellas en estatus de riesgo, endémicas, amenazadas y en peligro de extinción), como es el caso de las tortugas marinas, blanca y caguama que anidan en las playas del Parque y están protegidas por el Gobierno Federal mexicano.



Ubicación de las zonas Predio San Martín, en estudio sobre las Áreas de protección de Flora y Fauna en el Municipio de Solidaridad.

CAPITULO IV

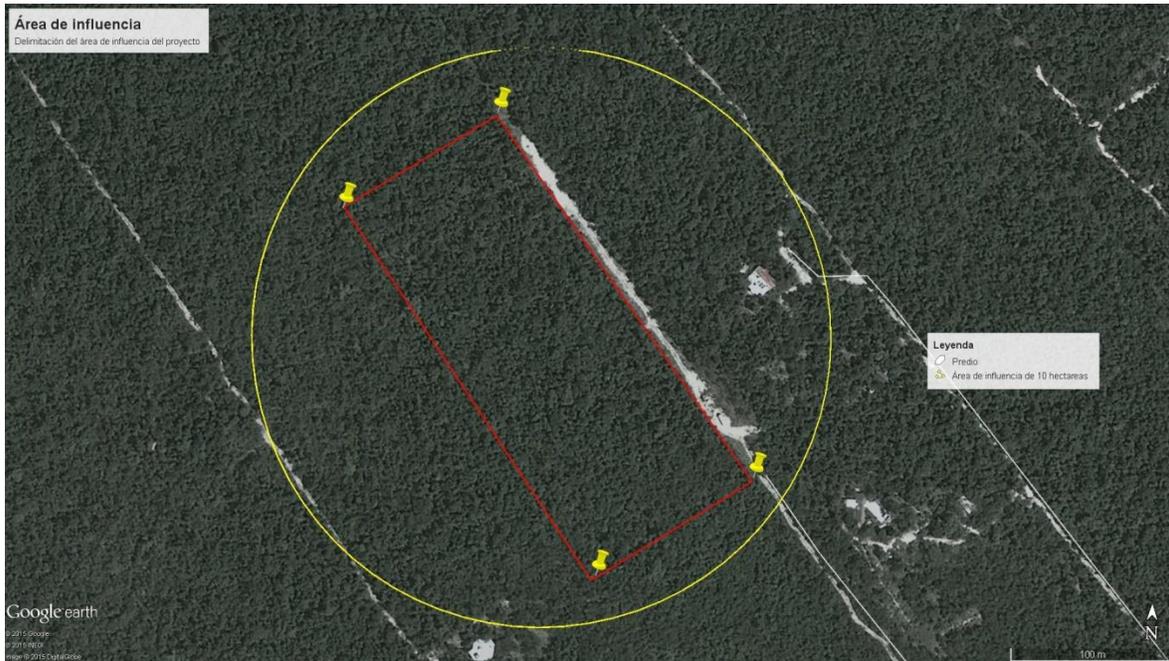
IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FISICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLOGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBICUE EL PREDIO.

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

El predio san Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16 en donde se pretende llevar a cabo el proyecto, se encuentra dentro del Centro de Población de Akumal en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Para el presente proyecto se realizó una delimitación del área de estudio en base a los datos que se tienen de la ubicación de los predios, en la que se tomaron en cuenta los diferentes elementos que lo rodean, así como datos que van de lo general a lo particular, es el caso de los datos que se tienen de la Península de Yucatán, del Estado de Quintana Roo y del Municipio de Solidaridad. Por lo tanto para tener en cuenta la superficie que se deberá tomar en cuenta para el área de estudio o sistema ambiental será la que se indica en la imagen siguiente:

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.



Cabe señalar que los datos a los que se hace referencia en el presente capítulo corresponden a los datos que se obtuvieron de la región hidrológica en la cual se encuentra el sitio propuesto.

De acuerdo a lo anterior el Predio San Martín, se ubica en la región hidrológica No. 32. Yucatán Norte, la cual limita al oeste y norte con el Golfo de México, al este con el mar Caribe y al Sur con los parte aguas de las regiones hidrológicas No. 31 y 33.

Tipos de vegetación y/o uso de suelo reportados para la cuenca hidrográfica en la cual se ubica la superficie solicitada para CUSTF.

NO.	CLAVE	USO DE SUELO	SUPERFICIE (HA)	%
1	SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	1,092,377.95	74.081
2	SMS	Selva Mediana Subcaducifolia	125,432.31	8.506
3	VSS-AT-PC	Vegetación secundaria de selvas en combinación con agricultura de temporal y pastizal cultivado	108,035.61	7.327
4	AT-VSS	Agricultura de temporal en combinación con vegetación secundaria de selvas	48,952.83	3.320
5	VM	Manglar	35,882.49	2.433
6	VA	Popal	23,622.77	1.602

NO.	CLAVE	USO DE SUELO	SUPERFICIE (HA)	%
7	SBS	Selva Baja Subcaducifolia	15,019.94	1.019
8	CAPI	Cuerpo de Agua Perenne interior	5,896.72	0.400
9	CAPM	Cuerpo de Agua Perenne maritimo	4,948.81	0.336
10	SBQ	Selva Baja Subperennifolia	4,611.67	0.313
11	AU	Área urbana	4,491.99	0.305
12	VS	Sabana	4,131.56	0.280
13	VU	Vegetacion de Dunas Costeras	650.01	0.044
14	PC	Pastizal Cultivado	511.28	0.035
14		TOTAL	1,474,565.95	100.00

IV.2. Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.

En forma más específica, en los municipios de Tulum y Solidaridad está contenido en la Cuenca Quintana Roo (32A), la limita al Norte con el Golfo de México, al Este con el Mar Caribe, al Sur con la Cuenca Cuencas Cerradas B y al Oeste con la Cuenca Yucatán. La Cuenca 32A se subdivide en 6 subcuencas: "Subcuenca a Municipio Benito Juárez"; "Subcuenca b Municipio Isla Mujeres"; "Subcuenca c Municipio Lázaro Cárdenas"; "Subcuenca d Municipio Cozumel"; "Subcuenca de Tihosuco"; y la "Subcuenca f Isla Cozumel" (INEGI, 2002).

A nivel de subcuenca el predio San Martín se ubica en la "Subcuenca del Municipio Cozumel", misma que comprende el territorio de los Municipios de Solidaridad y Tulum.

En la cuenca Quintana Roo el manto acuífero se explota en varios cientos de pozos de captación, la mayor parte de éstos se localizan en las porciones Centro-Oriental y Norte de la entidad. Para la zona Norte el número de pozos existentes es de 80 de los cuales 77 son para la ciudad de Cancún y los restantes son para los poblados de Leona Vicario, Puerto Morelos y Central Vallarta con uno cada uno.

Para la zona Norte de la cuenca Quintana Roo, específicamente el Municipio de Solidaridad, los cuerpos de agua cercanos al proyecto son: el sistema lagunar Nichupté y la laguna Corchalito.

Cerca de la ciudad de Cancún y a unos 5 km. al noreste se localiza el Sistema Lagunar Nichupté a los 21°06' N y 86°47', el cual se forma por siete cuerpos de agua (Laguna Bojóquez, cuenca Norte, cuenca Centro, cuenca Sur, Laguna de Somozaya, Laguna Mediterránea y río Inglés), cubre un área de 21 km. de largo y 12 km. de ancho y posee una profundidad no mayor a 4 m. Todas las lagunas se encuentran interconectadas por medio de canales. Además de que este sistema posee conexión directa con el mar por medio de dos canales dragados (Canal Cancún y Canal Nizuc).

El Sistema Lagunar de Nichupté se alimenta por medio del agua que proviene del manto freático, misma que aflora por medio de cenotes. El principal uso que se da al Sistema Lagunar de Nichupté es para la navegación de embarcaciones turísticas, jets kys, etc. Dentro del área en que se ubica el

proyecto no existen cuerpos de agua que alimenten a otros existentes y cercanos al sitio en que se desarrollará el proyecto

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

Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional

La estructura y función de un sistema ambiental de la cuenca es muy compleja, aunque se puede decir que básicamente está determinada por tres componentes: el social, productivo y natural, los cuales a su vez tienen en su interior subsistemas que interactúan entre sí. El reflejo de las interacciones entre los tres sistemas se refleja finalmente en los usos que se le dan al territorio.

Sistema productivo y social

Tradicionalmente el sistema productivo ha estado conformado básicamente por las actividades agropecuarias que se han desarrollado con mayor intensidad en el Estado de Quintana Roo y en menor grado las actividades forestales, en particular el uso de la selva para la producción de carbón vegetal. En los alrededores de las ciudades es donde se observan grandes superficies agrícolas y ganaderas con zonas de vegetación secundaria que se encuentran en diferentes periodos de barbecho.

En los municipios existen grandes extensiones de pastizal inducido y con algunas porciones menores dedicadas a la agricultura de temporal con muy bajos rendimientos, debido a que los suelos delgados y pedregosos.

En esta zona es muy común el uso del sistema de roza tumba y quema. Se cultiva principalmente maíz, el frijol y la calabaza. Los ingresos que reciben los campesinos por el desarrollo de estas actividades son muy bajos, la mayoría de la población gana menos de dos salarios mínimos, lo cual se refleja en los altos grados de marginación que se presentan en la zona.

Sistema natural

Se caracteriza por presentar un clima tropical subhúmedo con lluvias de verano, alcanza una precipitación promedio de más de 1,000 mm al año y una temperatura media anual que va de 23.7 a 26.9 oC. Se registra una canícula o sequía de medio verano, caracterizado por una disminución de la humedad.

Los ciclones y huracanes son frecuentes y se desplazan con una trayectoria de este a oeste y posteriormente hacia el norte. Los meses con mayor incidencia de estos fenómenos meteorológicos son agosto y septiembre. (UADY, 1999). Aunado al riesgo, que constituyen estos fenómenos, se suma el de los incendios, debido a que después del paso de un huracán, se genera una gran cantidad de material vegetal combustible, muy susceptible a los incendios forestales.

La zona de estudio se encuentra en una planicie estructural conformada por una capas horizontales de calizas del Terciario Superior de alta permeabilidad, que evita, por un lado la

Servicios Ambientales "Mundo Botánico" Comercializadora de la Península Yuca, S.A. de C.V.

Av. 20 norte entre Calle 4 y 6 norte, Manzana 14, Lote 08, Local 3, Col. Centro

Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo

Tel. 984 116 78 11, Correo Leonardo.naal@gmail.com

formación de corrientes superficiales y por otro ha contribuido a la formación de un acuífero libre que flota sobre un manto de agua salada, que se infiltra en forma de cuña desde el mar hacia tierra adentro. La única fuente de recarga del acuífero es la precipitación. Existen una serie de fallas con un patrón de orientación general de noroeste a sureste, que se relacionan directamente con la presencia de cenotes que presentan la misma alineación. (INEGI, 1980). En la región, predominan los suelos porosos, delgados y extremadamente pedregosos que limitan el buen desarrollo de los cultivos.

Las características físicas del área, clima, suelo y geología, han permitido el establecimiento de dos tipos de vegetación diferentes, de acuerdo a la clasificación de Flores (1994): la selva mediana subcaducifolia y la selva mediana subperennifolia.

La selva mediana subcaducifolia, se distribuye principalmente en el Estado de Quintana Roo, se caracteriza porque más del 50% de las especies que la constituyen tienen una caída de hojas. Los árboles presentan alturas medias entre 10 y 20 m. Las especies dominantes son: *Acacia pennatula*, *Caesalpinia gaumeri*, *C. platyloba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Mimosa bahamensis*, *Metopium brownei*, *Pithecellobium albicans*, *P. dulce*, *Sapindus saponaria*, *Ceiba pentandra*, *Vitex gaumeri*, *Gymnopodium floribundum*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*. La fauna asociada a este tipo de vegetación está constituida por aves, reptiles, anfibios y pequeños mamíferos. Actualmente este tipo de vegetación se encuentra muy perturbado y solo existen algunos relictos rodeados por grandes extensiones dedicadas a las actividades agropecuarias.

La selva mediana subperennifolia, se distribuye principalmente en el Estado de Quintana Roo, presenta un buen estado de conservación, aunque ya ha sido perturbada por algunos asentamientos humanos y existen algunos predios aislados de pastizales y milpa.

Se caracteriza por que el 25% de las especies presentes dejan caer sus hojas durante la época de secas, está constituida por árboles de entre 7 y 25 metros de altura, las especies dominantes son: *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Manilkara zapota*, *Metopium Brownei*, *Psidium sartorianum*, *Vitex gaumerii*, *Talisia olivaeformis*, *Sabal mexicana*, *Alseis yucatanensis*, *Pimienta dioica*, *Sideroxylum gaumerii*, *Lonchocarpus castilloi*, *Cordia dodecandra*, *Vitex gaumeri*.

La presencia de los grandes árboles de zapote (*Manilkara zapota*) y huaya (*Talisia olivaeformis*) en este tipo de vegetación han permitido el establecimiento de especies como el tucán real (*Ramphastos sulfuratus*), el trogón de collar (*Trogon collaris*), el hocofaisán (*Crax rubra*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*) que se alimentan de sus frutos.

La presencia de cenotes y aguadas son muy importantes para la fauna ya que permiten el resguardo, reproducción y alimentación de especies de anfibios y tortugas.

Dentro del sistema ambiental se aprecia el establecimiento de zonas agrícolas y ganaderas han eliminado prácticamente la selva mediana subcaducifolia, de la cual solo existen algunos relictos. Actualmente parte de estas zonas son utilizados para hacer carbón, así los pobladores dejan crecer el acahual y cuando este tiene entre tres o cuatro años realizan quemas, esta es una de las razones por las que se encuentran acahuales entre zonas agrícolas y ganaderas, conformando un mosaico más diverso de usos del suelo. Otra razón, es que las personas abandonan el campo para migrar

hacia las zonas turísticas, así como la mayoría de las localidades tienen marginaciones altas y muy altas, con ingresos muy bajos lo que induce el crecimiento migratorio.

En el Estado de Quintana Roo, la vegetación que corresponde a la Selva mediana subperennifolia se encuentra relativamente en buen estado de conservación, aún cuando ya existen de manera aisladas zonas de pastizales y algunas áreas que fueron afectadas por los incendios.

La conservación de este ecosistema se debe a que prácticamente era una zona despoblada e incomunicada hasta que en los años 70's se creó el desarrollo turístico de Cancún, que ha impactado fuertemente la zona costera y actualmente se ha ido extendiendo hacia las zonas ocupadas por la selva.

Los altos costos de los terrenos cercanos, el incremento acelerado de la población en busca de empleo y la falta de planeación de este centro turístico, ha ocasionado la formación de un gran número de asentamientos cercanos a la carretera Federal No.180 y actualmente prácticamente se ha formado un corredor desde Leona Vicario hasta Tulum. Otro de los factores que han ocasionado el cambio de uso del suelo en esta región, es la alta demanda por los materiales de construcción, por lo que es frecuente observar en medio de la selva terrenos utilizados como bancos de materiales.

Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental de la cuenca.

De acuerdo con el análisis realizado en los capítulos siguientes se puede concluir que las principales fuentes de cambio en el sistema regional son:

- Ampliación de las zonas dedicadas a la zona urbana, agricultura y ganadería extensiva en la zona de Akumal, y Tulúm.
- Aumento del número de localidades existentes y ampliación de las zonas urbanas, debido al incremento del crecimiento de la población por los procesos migratorios que generan los desarrollos turísticos que se han establecido a lo largo de la costa de Quintana Roo.
- Incremento de bancos de materiales clandestinos para abastecer la creciente demanda de materiales de construcción.
- Construcción de nuevos caminos de acceso.

Construcción de escenarios futuros

La dinámica del sistema ambiental en el mediano y largo plazo se verá modificada drásticamente por el desarrollo turístico "Riviera Maya", es muy probable que se repita el fenómeno generado treinta años atrás con la construcción y operación de Cancún.

FONATUR y el Gobierno del Estado de Quintana Roo planean entre otros objetivos los siguientes:

- Lograr que al año 2025 lo visiten 11 millones de turistas.

- Duplicar la capacidad actual de alojamiento, hasta alcanzar un total de 110 mil cuartos de hotel.
- Triplicar la captación de divisas que se reciben actualmente, alcanzando una cifra del orden de 10,000 millones de dólares anuales.
- Construir una vía alterna a la carretera y el desarrollo de un tren rápido de pasajeros entre Cancún y Tulúm
- Ampliar el aeropuerto de Cancún
- Construir el aeropuerto regional de Playa del Carmen
- Ciudades: Puerto Aventuras y Akumal

IV.2.2. Medio físico.

Clima.

De acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1973), el clima general de la Cuenca Quintana Roo corresponde al tipo tropical subhúmedo con lluvias de verano (Aw_x) en la mayor parte de su extensión y que alcanzan alrededor de 1,000 mm al año, en promedio con una zona más seca en la región noroeste con cerca de 600 mm anuales, la temperatura media anual está entre 25.9 y 26.6 °C. No obstante se presentan variaciones locales que definen subtipos climáticos.

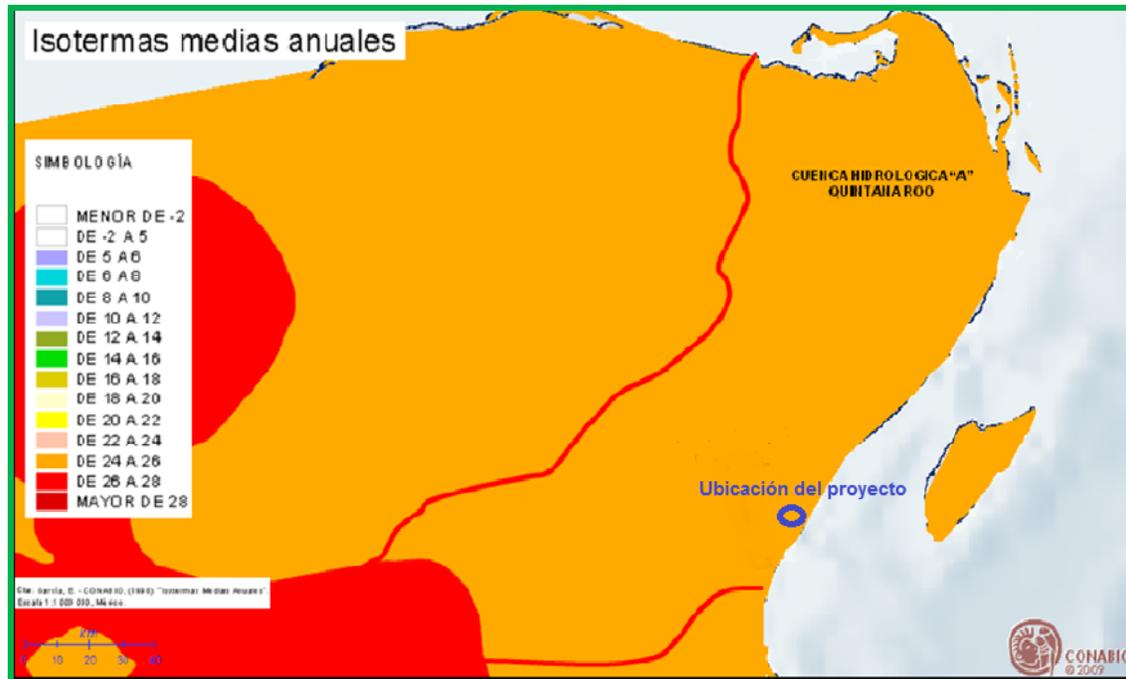
En las estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, ubicada en la localidad de Puerto Morelos se registra una oscilación térmica menor a los 5° C y una canícula o sequía de medio verano (w''), caracterizado por la disminución de la humedad que se presenta en la mitad caliente y lluviosa del año, esto indica que el clima es del subtipo Ax'(w0), el cual es el clima más seco dentro del grupo de los cálidos subhúmedos, con un cociente de P/T menor 43.2

Tipo de Clima	Descripción
Am (f) iw''	Cálido húmedo con lluvias todo el año, isotermal con sequía intraestival.
Ax' (w2) iw''	Cálido subhúmedo, es el más húmedo dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival.
Ax' (w1) iw''	Cálido subhúmedo, está clasificado como intermedio por su régimen de humedad dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival.
Ax' (w0) iw''	Cálido subhúmedo, es el menos subhúmedo dentro de esta categoría, es isotermal con presencia de sequía intraestival.

Clasificación de climas en el estado de Quintana Roo (UQROO, 2000).

Temperaturas promedio, mensual, media, mínima y máxima

La temperatura media anual en el área de la cuenca Quintana Roo varía entre 23.7 y 26.9°C, los meses más fríos registran una temperatura superior a los 18°C. Las temperaturas más altas se registran en los meses de julio a agosto y los más fríos son enero y febrero. (Figura III.2).



Distribución de las isotermas de la cuenca de Quintana Roo

Precipitaciones media anual, mínimas y máximas

Según los datos reportados por esta estación, para los años 1998- 2006, la precipitación media anual fue de 1,475.5mm, en tanto que el promedio mensual es de 123.3mm. Históricamente la precipitación máxima en 24 horas se registra en el mes de octubre, sin embargo, el registro más alto ocurrió el 12 de junio de 2004, cuando precipitó 283mm, en orden de importancia, el 21 de octubre se registraron 240mm valor que se asocia al paso del Huracán Wilma, que tocó tierra ese día, y el 17 de Julio de 2005 con 108mm, que resultó del paso del Huracán Emily. Por otra parte, en la temporada seca se registran meses sin precipitación o con precipitación muy escasa (Figura III.3).

La precipitación anual promedio es cercana a 1,300 mm siendo el período más lluvioso de agosto a noviembre. Se presenta un período de sequía entre los meses de febrero a abril, durante el cual la precipitación alcanza valores cercanos a 40 mm mensuales. Al término del verano y principio del otoño, la precipitación alcanza sus niveles máximos, llegando hasta los 224.8 mm. El período de lluvias se extiende hasta el inicio del invierno, por lo que en la región existe un importante valor de lluvia invernal. La temperatura máxima anual es de 31°C, siendo los meses más calurosos de mayo a septiembre.



Distribución de la precipitación media anual de Quintana Roo

Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual.

Vientos dominantes

El Municipio de Solidaridad, al igual que todo el Estado de Quintana Roo, tiene la influencia de las masas de aire marítimo tropical que son transportadas por los vientos alisios del Caribe y del Atlántico; para el área se cuenta sólo con los datos del período de 1998-1999.

Dichos vientos tienen una dirección Este-Sureste (ESE), se presentan prácticamente todo el año con velocidades entre 3 n/s y 4 n/s. En invierno, particularmente en los meses de octubre y noviembre, los vientos disminuyen su velocidad y cambian de dirección debido a la influencia de las masas polares que descienden desde el Ártico.

Nortes.

En los meses de enero a marzo se originan "frentes" producto del choque de las masas frías del norte con el aire tropical del país, al pasar por el mar de las Antillas y el Golfo de México se saturan de agua en forma de nubosidad depositada posteriormente como lluvia; a esto se le conoce como "Norte". En la Península de Yucatán ocasiona la lluvia invernal que en algunos años llega a ser tan elevada que abarca más del 15% del total anual. La duración de efecto de los nortes puede ser en promedio de tres días, periodo en que cubre su trayectoria total.

Vientos alisios.

Los vientos alisios penetran con fuerza a la Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. Se originan por el país desplazamiento de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica, localizada en la porción centro norte

del océano Atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj por efecto del movimiento de rotación del planeta, atraviesan la porción central del Atlántico y el Mar Caribe, cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano.

Fenómenos climatológicos

El Caribe es el lugar de origen de algunos huracanes del hemisferio occidental. La temporada de huracanes del Caribe se presenta entre los meses de junio a diciembre, y con mayor fuerza entre agosto y septiembre. En promedio anualmente se producen cerca de 9 tormentas tropicales y 5 alcanzan la intensidad de huracán.

Las corrientes de aire que se desarrollan en la costa oeste de África hacen su recorrido a través del Océano Atlántico, algunas de estas se convierten en tormentas tropicales e incluso pueden convertirse en huracanes del Atlántico, especialmente en áreas de baja presión del Caribe oriental.

Dentro de los records históricos de los huracanes más devastadores se registran: el huracán Gilberto el cual golpeo la península de Yucatán el 14 de septiembre de 1988, provocando gran devastación, el huracán Mitch que se originó en el Caribe colombiano y recorrió Centroamérica hasta la península de Yucatán y La Florida entre el 22 de octubre y el 5 de noviembre de 1998, y el huracán Wilma el cual golpeo directamente la Costa de Quintana Roo durante más de 60 horas a partir del 21 de octubre de 2005, ocasionando impactos en infraestructura y los ecosistemas de 11 áreas naturales protegidas, incluyendo afectaciones forestales, erosión de la duna costera y daños directos a los arrecifes coralinos; y está catalogado como el más poderoso del que se tiene registro con categoría 4 en la escala de Zafir-Simpson, con vientos de 220 Km/h y con desplazamiento menor a los 6 Km/h Los huracanes son un problema anual en el Caribe debido a su naturaleza destructiva.

AÑO	ORIGEN	NOMBRE	CATEGORIA	LUGAR DE ENTRADA
2007	Atlántico	Dean	Huracán 5	Mahahual
2005	Mar Caribe	Wilma	Huracán 5	Cozumel
2005	Mar Caribe	Stan	Tormenta Tropical	Bahía de la Ascensión
2005	Atlántico	Emily	Huracán 3	Xpu-Ha
2002	Atlántico	Isidore	Huracán 3	Dzilam de Bravo, Yuc.
2001	Atlántico	Chantal	Huracán 5	Chetumal
2000	Atlántico	Gordon	Depresión Tropical	Tulum
2000	Atlántico	Keith	Huracán 1	Quintana Roo
1999	Atlántico	Katrina	Depresión Tropical	45 Km NNW Chetumal
1998	Atlántico	Mitch	Tormenta Tropical	Campeche, Camp.
1996	Atlántico	Dolly	Huracán 1	Felipe Carrillo Puerto
1995	Atlántico	Opal	Depresión Tropical	Bahía del Espirito Santo
1995	Atlántico	Roxanne	Huracán 3	Tulum
1990	Atlántico	Diana	Huracán 1	Chetumal

1998	Atlántico	Gilbert	Huracán 5	Puerto Morelos
1998	Atlántico	Keith	Depresión Tropical	Cancún

Principales huracanes que han impactado la región en la que se ubica el proyecto.

Geología y geomorfología

La cuenca Quintana Roo es una Plataforma compuesta en su totalidad por sedimentos marinos calcáreos de edad Terciaria (Velásquez A.L.1986). Las rocas más antiguas que afloran son las calizas y evaporitas del Paleoceno (Butterlein y Bonet, 1960) ubicadas hacia la porción sur. Hacia la parte nororiente, en cambio, se encuentran depósitos calcáreos más recientes de edades que oscilan entre el Oligoceno y el reciente.

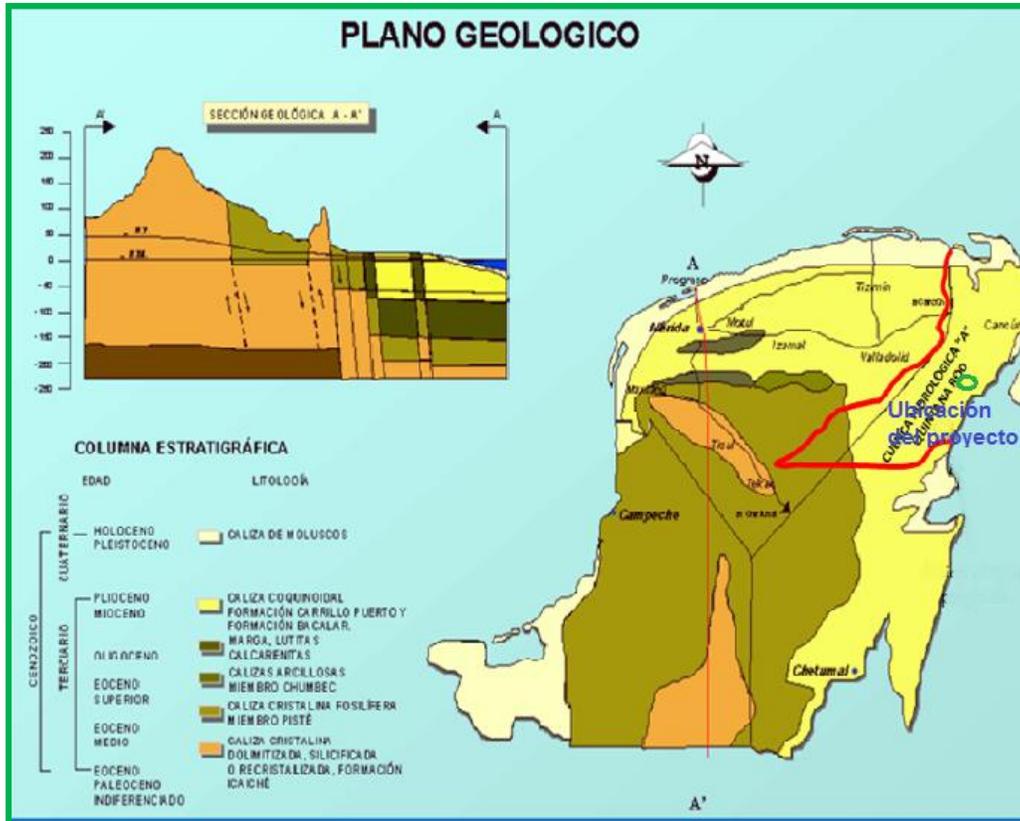
La cuenca Quintana Roo ha tenido una evolución geológica compleja y ha jugado un papel importante en el origen del Golfo de México y en el desarrollo de la geología del Caribe. Se caracteriza por un basamento metamórfico de edad paleozoica, sobre el cual ha evolucionado una secuencia sedimentaria de más de 3,000 m de espesor depositada desde el Jurásico hasta el Reciente. El ciclo sedimentario comienza con un depósito de rocas Jurásicas de origen continental con intercalaciones volcánicas; al parecer la fuente de suministro de los materiales provenía de un basamento paleozoico.

Durante el Cretácico se formaron cuencas de circulación restringida, generando condiciones propicias para el desarrollo de sedimentación evaporítica. En el Cretácico Superior se manifestaron cambios en la sedimentación; por un lado la porción central comenzó a emerger hasta quedar bien expuesta. Los materiales asociados con este evento son margas y horizontes de bentonita en áreas alejadas de las antiguas costas y dolomitas, areniscas y derrames andesíticos en las zonas poco profundas. En el Terciario y Cuaternario se presentaron facies de plataforma somera en ambientes de supramarea, por la continua oscilación del nivel del mar (CNA, 1997).

La topografía es relativamente homogénea, sin manifestaciones tectónicas de relevancia en la superficie y es muy probable que su origen esté vinculado a débiles movimientos neotectónicos de descensos relativos del Pleistoceno tardío-Holoceno.

Esto se ha reflejado en lo poco diseccionado del relieve, en el cual predominan fundamentalmente llanuras de distintos génesis con muy poca diferencia altitudinal, salvo por las ligeras ondulaciones que resultan de la formación de pequeñas dunas costeras sobre la barra arenosa (INEGI, 2000).

La constitución geológica de la superficie de la Península de Yucatán es, en su totalidad de rocas sedimentarias marinas – calizas- y derivadas de éstas. La Península se caracteriza por ser un basamento metamórfico de origen marino, de edad paleozoica, sobre el cual ha evolucionado una secuencia sedimentaria de más de 3,000 m de espesor. (Figura III.4).



Plano geológico de la Península de Yucatán.

En las inmediaciones de Playa del Carmen, al igual que en el resto de la Península de Yucatán, afloran los sedimentos calcáreos de origen marino, depositados durante la era Cenozoica del cuaternario, el tipo de calizas de esta región es de constitución dura, pero bajo esta capa en algunas áreas se presenta otro tipo de caliza blanda denominada "sascab", (la industria extractiva de la región se basa en la explotación de esta caliza de la cual se obtienen materias primas para la construcción).

En general la presencia de las calizas duras y compactas típicas de la región, permite que el suelo tenga una buena estabilidad como soporte, aunque debido a la erosión química y física mencionada se presentan con cierta regularidad oquedades o cavernas en el subsuelo, aflorando algunos casos a la superficie. Entre los 4 y 9 metros de profundidad bajo el nivel medio del mar el subsuelo presenta una gran irregularidad en su conformación ya que existen grandes huecos llenos de agua o arena suelta que coinciden con la dinámica de arriba de las corrientes de agua dulce del continente y agua salina del litoral.

Las zonas próximas a la playa están formadas por areniscas calcáreas de origen marino, que forman regozoles y arenosoles. En estos tipos de suelos la presencia de flujos de agua provoca la formación de huecos. Las profundidades de arena sobre la roca es variable va desde el afloramiento de roca, es decir cero metros hasta los siete metros en algunas áreas del litoral.

Características litológicas.

Se ha establecido que las características litológicas de la región se describen conforme a la constitución geológica de la superficie de la cuenca Quintana Roo, la cual es en su totalidad de rocas sedimentarias marinas calizas y derivadas de éstas. Teniendo en cuenta que las rocas calizas son el principal elemento en la conformación de la estructura, se puede decir que la península se caracteriza por ser un basamento metamórfico de origen marino, sobre el cual ha evolucionado una secuencia sedimentaria de más de 3,000 m de espesor que descansa sobre un basamento paleozoico.

La base de dicho paquete sedimentario es de rocas jurásicas y por encima de éstas se encuentran las de edad cretácico, mismas que constituyen la mayor parte de la estructura profunda, donde domina una formación conocida como Evaporitas Yucatán; las rocas paleogénicas se encuentran en todo el subsuelo y consisten principalmente en calizas, areniscas y evaporitas del Paleoceno y Eoceno. La constitución geológica de la superficie de la península es en su totalidad de rocas sedimentarias marinas -calizas- y derivadas de éstas; las edades abarcan del Paleoceno al Cuaternario.

La zona en que se ubica el proyecto en estudio geológicamente está constituida por rocas del Mioceno - Plioceno (Terciario) y el Holoceno - Pleistoceno (Cuaternario), cuya columna estratigráfica es la siguiente:

Mioceno–Plioceno (Formación Carrillo Puerto).

Constituida por lo general de calizas arcillosas y coquinas de colores amarillo, rojo y blanco, compactas, de estratificación masiva. Su espesor máximo es de 300 m. Se encuentra en las partes norte y oriente de la península, con excepción de la franja costera. En la zona meridional del estado se tienen calizas microcristalinas y espáticas de colores blanco, crema y café, dispuestas en estratos horizontales delgados a medianos. Contienen gran cantidad de pelecípodos y gasterópodos, así como abundantes microfósiles como foraminíferos bentónicos: rotálidos y texturálidos y miliólidos. La unidad presenta fuerte fracturamiento con orientación noroeste a sureste a lo largo de cuyas fracturas se ha desarrollado una gran cantidad de estructuras de disolución.

En la parte centro oriental del estado de Quintana Roo, la unidad de calizas son microcristalinas y oolíticas, de estratificación mediana a gruesa con echados horizontales.

El contenido fosilífero corresponde a foraminíferos, entre ellos: *Pyrgo* sp., *Textulariella* aff., *T. augusta* y *Planulina* sp.; algas como *Lithophyllum* sp, gasterópodos y corales.

Hacia las costas del Caribe mexicano, la parte inferior de esta unidad está formada por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada. Presentan diversas texturas: ooespáticas, bioespáticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas. La parte superior son calizas de textura de ooespatita y biomicrita, dispuestas en capas delgadas y medianas de color blanco con echado horizontal. Contienen diversos foraminíferos del género *Archaias* sp., y *Globigerinoides* aff., *G. trilobus*; algas verdes, hexacorales e icnofósiles.

Pleistoceno–Holoceno (Cuaternario).

Calizas.- Comprende calcarenitas y coquinas de coloración clara, de espesor variable y afloran en la franja costera entre 5 y 30 kilómetros de ancho. Los depósitos de litoral son arenos arcillosos y materiales residuales calichosos de espesor reducido.

La costa norte se caracteriza por calizas coquiníferas de ambiente litoral de textura media a gruesa, semiconsolidadas, algunas muy deleznable. Con estratificación de 1 a 1.5 m las primeras y de casi 3 m las segundas. De acuerdo a Butterlin y Bonet (1963) es probable que las calizas semiconsolidadas pertenezcan al Pleistoceno y las capas blandas y costeras pertenezcan al Holoceno. Hacia la porción occidental de la Península se encuentran calizas cristalinas coquiníferas de color blanco y de facies de litoral y lagunar, forma pequeños escarpes en la franja litoral o constituye lomeríos alargados sensiblemente paralelos a la línea de costa. Esta unidad sobreyace concordantemente a la Formación Carrillo Puerto y subyace discordantemente a los depósitos litorales sin consolidar del Reciente.

Depósitos litorales.

En el litoral norte del Estado de Quintana Roo comprenden a las dunas holocénicas relacionadas estrechamente con eolianitas del Pleistoceno. Están formadas por arenas constituidas de oolitas y en menor cantidad por fragmentos de corales, moluscos, ostrácodos y microforaminíferos bentónicos y planctónicos. Sobreyace a las eolianitas formadas por oolitas.

IV.2.3. Medio biológico.

Selva Mediana y alta subperennifolia

La selva mediana y alta subperennifolia es la comunidad más extensa en la cuenca Quintana Roo, ya que cubre aproximadamente un 60 % del territorio peninsular y abarca casi todo Quintana Roo. Este tipo de vegetación es el más conservado y se distribuye en áreas con una precipitación pluvial abundante (del orden de 1,300 mm) y con una época seca entre fines de noviembre y principios de mayo, sin embargo, es importante hacer notar que durante la época seca la precipitación puede alcanzar hasta 191 mm.

Otro factor asociado a la distribución de este tipo de vegetación, es el suelo calizo, Pennington y Sarukhán (1998) afirman que es el propicio para este tipo de selva, por tener una gran permeabilidad que sustituye al drenaje rápido de los 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 seca y tienen una altura media de 25 a 35 metros, alcanzando un DAP menor que los de la selva alta perennifolia aún 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 árboles dominantes como *Manilkara zapota*, *Vitex gaumeri*, *Lysiloma*

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

En esta comunidad es posible identificar tres estratos de árboles: el estrato bajo que va de 4 a 12 metros con especies de árboles dominantes como *Bursera simaruba*, *Luhea speciosa* y *Lysiloma latisiliquum*; un estrato medio que va de 12 a 22 metros con dominancia de *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Sapindus saponaria*, principalmente; y un estrato alto que va de 25 a 35 metros con dominancia de *Brosimum alicastrum*, *Sideroxylon gaumeri* y *Vitex gaumeri* (Flores y Espejel, 1994).

La especie más importante del estrato arbóreo de esta comunidad es el ya', chicozapote o chicle (*M. zapota*), una de las especies arbóreas más frecuentes y dominantes así como las más altas y con follaje perennifolio. Otro árbol típico de este estrato es el punab o caoba (*Swietenia macrophylla*). Esta especie era dominante de las selvas del sur de Quintana Roo y de Campeche; sin embargo debido a la sobreexplotación de maderas preciosas casi ha desaparecido. En el estrato medio ubicado a una altura que oscila entre 12 y 22 metros dominan las siguientes especies: *Sapindus saponaria*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Ficus sp.*, *Bursera simaruba*, *Swartzia cubensis*, *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Sincklingia salvadorensis*, *Chlorophora tinctoria*, *Haematoxylon campechianum*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Acromia mexicana*. Las epífitas más

comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas, y pocas aráceas. En el estrato bajo dominan *Simaruba glauca*, *Bursera simaruba*, *Luhea speciosa*, *Leucaena leucocephala*, *Lysiloma latisiliquum* y *Trema micrantha*, entre otras, las cuáles miden de 3 a 11 metros, además de *Manilkara zapota* se encuentra a *Brosimum alicastrum* y *Pseudobombax ellipticum*. Según Flores Guido (1994), este tipo de vegetación es el de mayor extensión en la Península de Yucatán, abarcando 62,027 km².

Este tipo de vegetación abarca casi todo el territorio del estado de Quintana Roo suele encontrarse en mejor estado de conservación en la zona sur debido a que en esta zona hay una menor cantidad de asentamientos humanos, aunque si existe desarrollo de actividades agrícolas como la milpa y la ganadería.

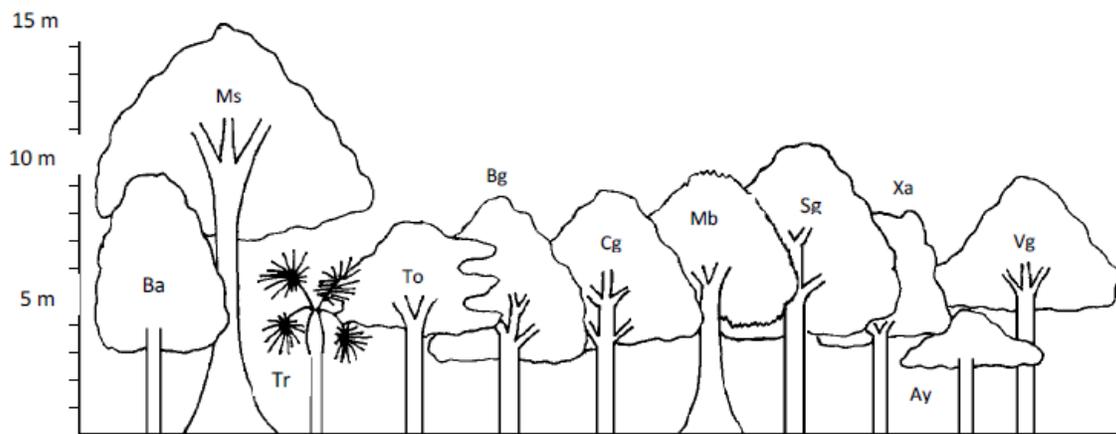
En el área donde se encuentra esta selva se presenta una precipitación promedio anual de 1,300 mm, el suelo es de tipo calizo, somero y con relativamente poca materia orgánica y presenta un alto grado de humedad. Cuando se encuentra en buen estado de conservación, este tipo de selva está constituido por árboles entre 7 y 25 metros de altura, los cuales dejan caer sus hojas en un 25% de las especies presentes durante la época de secas. Entre las especies dominantes de la selva mediana subperennifolia podemos señalar al *Manilkara zapota*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Metopium Brownei*, *Psidium sartorianum*, *Vitex gaumerii*, *Talisia olivaeformis*, *Sabal yapa*, *Alseis yucatanensis*, y *Sideroxylum gaumerii*, entre otras.

En la actualidad este tipo de vegetación es objeto de una fuerte presión originada por la continua remoción de la cubierta vegetal original para terrenos que serán utilizados para construcción de viviendas, calles, y servicios. Es importante mencionar, que la mayor parte de selva ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse la agricultura tradicional de Roza-

tumba-quema, esto aunado al gran número de huracanes que históricamente han impactado a lo largo de todo el estado.

A continuación se presenta un perfil de vegetación típico de una selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación de la costa norte del estado de Quintana Roo, el cual se elaboró tomando como referencia las especies arbóreas y arbustivas con mayor presencia.

Se puede ver que en el estrato arbustivo existen individuos de las especies arbóreas que representan reclutas para restablecer la estructura vegetal, en tanto que la estructura arbórea presenta especies típicas de los tipos de vegetación reportadas en trabajos hechos en la zona anteriores (como Flores, 1994).



Perfil diagramático de las especies arbóreas que se encuentran con mayor frecuencia, en la selva mediana subperennifolia ubicada en la costa norte del estado de Quintana Roo; donde: **Ba**, *Brosimum alicastrum*; **Ms**, *Manilkara sapota*; **Tr**, *Thrinax radiata*; **To**, *Talisia olivaeformis*; **Bg**, *Bunchosia glandulosa*; **Cg**, *Caesalpinia gaumeri*; **Mb**, *Metopium brownei*; **Sg**, *Sideroxylum gaumeri*; **Xa**, *Ximena americana*; **Ay**, *Alseis yucatanensis*, **Vg**, *Vitex gaumeri*.

Así mismo de acuerdo con los resultados de CAM (2002), para el ecosistema de selva, el total de especies es de 266 distribuidas en 66 familias, destacando la Leguminosae, con 29 especies, equivalentes al 11% del total, le siguen las familias Bromeliaceae y Orchidaceae con 6 especies, para el resto de las familias se registraron de una a tres especies. En el caso de la vegetación halófila, se reportan 108 especies repartidas en 44 familias, de las que Poaceae es la mejor representada con 11 especies, es decir, el 10% del total, seguida por las familias Leguminosae y Asteraceae con 10 especies cada una.

Derivado de lo anterior, a continuación se presenta el análisis de diversidad de flora requerido con base a esta unidad de análisis.

Lo anterior nos implica que las especies encontradas en cada uno de los sitios de muestreo no son excluyentes, es decir, existen especies que se pueden encontrar en el estrato superior (como un árbol adulto), en el estrato medio (como individuo juvenil) y también en el estrato inferior (como renuevo).

La revisión del estatus de especies bajo categorías de protección se realizó conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010; registrando únicamente 2 especies enlistadas en la citada norma *Thrinax radiata* y *Zamia loddigesii*, ambas en la categoría de Amenazadas.

Atributos ecológicos de la asociación de vegetación.

Medidas de abundancia.

Riqueza de especies: Contabilizada como el número total de taxa registrados (S).

Densidad absoluta y relativa (D_a y D_r): La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad absoluta es el número de individuos de una especie "X" presente en un área determinada, para este caso se consideró al nivel de hectárea tipo. La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, expresada en porcentaje.

Coefficiente simple de dominancia (CSD): Considerada como el área que ocupa una especie, la Dominancia relativa (D_{or}) es el área que ocupa una especie con relación al resto de las especies. Es una medida que se expresa en porcentaje y se calculó a partir de la estimación del área basal, por consiguiente únicamente se determinó para el estrato arbóreo.

Frecuencia (F): La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente, por tanto la Frecuencia relativa (F_r), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual.

Índice de Valor de importancia (IVI): El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies, en base a tres parámetros: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros.

Con la información sistematizada, se recurrió a un índice no paramétrico para conocer la diversidad florística. El índice de Shannon–Wiener (H') mide la diversidad natural teniendo en cuenta a) el número de especies presentes; y b) cómo se reparten esas especies. Este índice ha sido el más usado para medir la diversidad de flora y fauna, como consecuencia de que satisface algunos criterios que según Molinari (1989) son la sencillez (depende de una variable única), coherencia (unidades en número de especies), interpretabilidad (escala aritmética) y valor heurístico.

A continuación se presentan estos parámetros señalados para la SMQ a nivel cuenca.

A continuación se presentan los datos de riqueza, densidad absoluta y relativa, altura y diámetro promedio para un ecosistema de SMQ similar al que se solicita para CUSTF dentro de la cuenca.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

Riqueza:

Conforme a los resultados de los sitios de muestreo levantados en campo, en el estrato superior en esta asociación se registraron un total de 40 especies; en el estrato medio se registraron un total de 28 especies; mientras que en lo que respecta al estrato inferior, se registraron un total de 18 especies; para dar un total de 97 especies identificadas.

Densidad absoluta y relativa:

En el estrato superior, se registró una densidad absoluta de 1,535 individuos/ha; siendo las especies mejor representadas *Pouteria unilocaloris* con 1,043 individuos (densidad relativa –Dr- de 12.70%) seguida por *Bursera simaruba* con 696 individuos (Dr de 8.47%); en el estrato medio se registró una densidad absoluta de 675 individuos/ha; siendo las especies mejor representadas *Pouteria unilocaloris* con 903 individuos (densidad relativa –Dr- de 25.00%) seguida por *Protium copal* con 401 individuos (densidad relativa –Dr- de 11.11%); finalmente en el estrato inferior se registró una densidad absoluta de 2,063 individuos/ha; siendo las especies mejor representadas *Protium copal* con 2,006 individuos (densidad relativa –Dr- de 18.18%) seguida por *Pouteria unilocaloris* con 1,338 individuos (densidad relativa –Dr- de 12.12%).

Densidad absoluta identificada en la SMQ separada por estratos.

No.	Nombre Común	Nombre científico	Densidad Absoluta (Indv/Ha)	Densidad relativa (%)
ESTRATO SUPERIOR				
1	Zapotillo	<i>Pouteria unilocaloris</i>	195	12.7
2	Chacah	<i>Bursera simaruba</i>	130	8.47
3	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	125	8.14
4	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	120	7.82
5	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	95	6.19
6	Copó	<i>Ficus cotinifolia</i>	70	4.56
7	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>	65	4.23
8	Zac Chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	60	3.91
9	Pom	<i>Protium copal</i>	55	3.58
10	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	50	3.26
11	Canchunub	<i>Thouinia paucidentata</i>	50	3.26
12	Guano	<i>Sabal yapa</i>	45	2.93
13	K'ataal oox	<i>Swartzia cubensis</i>	40	2.61
14	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	35	2.28
15	Boop	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	30	1.95
16	Kanasim	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	30	1.95
17	P'asak'	<i>Simarouba glauca</i>	30	1.95
18	Piim	<i>Ceiba aesculifolia</i>	25	1.63
19	Dzidziché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	25	1.63
20	Kascat	<i>Luehea speciosa</i>	25	1.63

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

No.	Nombre Común	Nombre científico	Densidad Absoluta (Indv/Ha)	Densidad relativa (%)
21	E'ele' muuy	<i>Malmea depressa</i>	25	1.63
22	Ya'ax eek'	<i>Pithecellobium leucospermum brandegeei</i>	25	1.63
23	Kánixte	<i>Pouteria campechiana</i>	25	1.63
24	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	25	1.63
25	Kitam'che	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	20	1.3
26	Xi'imche`	<i>Casearia nitida</i>	20	1.3
27	Aki'its	<i>Thevetia gaumeri</i>	15	0.98
28	Subin che'	<i>Acacia cornigera</i>	10	0.65
29	Siliil	<i>Diospyros cuneata</i>	10	0.65
30	Ruda de monte	<i>Diphysa yucatanensis</i>	10	0.65
31	Sak pich'	<i>Acacia glomerosa</i>	5	0.33
32	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	5	0.33
33	Takinche'	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	5	0.33
34	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	5	0.33
35	Chi'keejil	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	5	0.33
36	Taas ta `ab	<i>Guettarda combsii</i>	5	0.33
37	Majagua	<i>Hampea trilobata</i>	5	0.33
38	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	5	0.33
39	Pichi' che'	<i>Psidium sartorianum</i>	5	0.33
40	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	5	0.33
40	TOTAL		1,535	100
ESTRATO MEDIO				
1	Zapotillo	<i>Pouteria unilocaloris</i>	169	25
2	Poom	<i>Protium copal</i>	75	11.11
3	E'ele' muuy	<i>Malmea depressa</i>	44	6.48
4	Guayancox	<i>Myroxylon balsamum</i>	38	5.56
5	Petkitam	<i>Randia aculeata</i>	38	5.56
6	Boop	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	38	5.56
7	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>	31	4.63
8	Ximche	<i>Casearia nitida</i>	25	3.7
9	Siliil	<i>Diospyros cuneata</i>	25	3.7
10	Zac Chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	25	3.7
11	Taas ta `ab	<i>Guettarda combsii</i>	19	2.78
12	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	19	2.78
13	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	13	1.85
14	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	13	1.85

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

No.	Nombre Común	Nombre científico	Densidad Absoluta (Indv/Ha)	Densidad relativa (%)
15	Dzidiché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	13	1.85
16	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	13	1.85
17	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	13	1.85
18	Pomoche	<i>Jatropha gaumeri</i>	6	0.93
19	Yaxak	<i>Nicotiana tabacum</i>	6	0.93
20	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	6	0.93
21	Bojomche	<i>Bourreria pulchra</i>	6	0.93
22	Guano	<i>Sabal yapa</i>	6	0.93
23	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	6	0.93
24	Subin che'	<i>Acacia cornigera</i>	6	0.93
25	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	6	0.93
26	Kanasim	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	6	0.93
27	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	6	0.93
28	Chi` keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	6	0.93
28	TOTAL		675	100
ESTRATO INFERIOR				
1	Pom	<i>Protium copal</i>	375	18.18
2	Zapotillo	<i>Pouteria unilocaloris</i>	250	12.12
3	Boop	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	250	12.12
4	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	188	9.09
5	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	125	6.06
6	E'ele' muuy	<i>Malmea depressa</i>	125	6.06
7	Siliil	<i>Diospyros cuneata</i>	63	3.03
8	Dzidiché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	63	3.03
9	Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	63	3.03
10	K'atalox	<i>Swartzia cubensis</i>	63	3.03
11	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	63	3.03
12	Ximche	<i>Casearia nitida</i>	63	3.03
13	Beeb	<i>Pisonia aculeata</i>	63	3.03
14	Enjible	<i>Zamia loddigesii</i>	63	3.03
15	Yaxak	<i>Nicotiana tabacum</i>	63	3.03
16	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	63	3.03
17	Guayancox	<i>Myroxylum balsamum</i>	63	3.03
18	P'asak'	<i>Simarouba glauca</i>	63	3.03
18	TOTAL		2,063	100

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

Dominancia:

En lo referente a la estructura vertical en el estrato superior, las especies dominantes son *Acacia glomerosa*, con una altura promedio de 12.00 metros, seguida por *Lysiloma latisiliquum* con una altura promedio de 10.67 metros y *Swartzia cubensis* con una altura promedio de 9.50 metros; mientras que en diámetro las especies dominantes son *Acacia glomerosa*, *Piscidia piscipula* y *Lysiloma latisiliquum* (0.31, 0.27 y 0.26 m respectivamente); en el estrato medio las especies dominantes son *Jatropha gaumeri* y *Nicotiana tabacum*, con una altura promedio de 6.00 metros, respectivamente, seguidas por *Guettarda combsii* con una altura promedio de 5.25 metros y *Platymiscium yucatanum* con una altura promedio de 5.00 metros; finalmente en el estrato inferior, las especies que dominan son *Diospyros cuneata*, con una altura promedio de 1.70 metros, seguida de *Gymnopodium floribundum*, con una altura de 1.0 metros.

Altura y diámetro promedio estimado por estrato, en la SMQ.

No.	Nombre Común	Nombre científico	Altura promedio (m)	Diámetro/ Cobertura promedio (m)
ESTRATO SUPERIOR				
1	Sak pich'	<i>Acacia glomerosa</i>	12	0.31
2	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	10.67	0.26
3	K'ataal oox	<i>Swartzia cubensis</i>	9.5	0.16
4	Takinche'	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	9	0.1
5	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	9	0.16
6	Zac Chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	8.19	0.23
7	Chi'keejil	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	8	0.13
8	Kanasim	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	8	0.1
9	P'asak'	<i>Simarouba glauca</i>	7.83	0.21
10	Boop	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	7.5	0.19
11	Taas ta `ab	<i>Guettarda combsii</i>	7.5	0.1
12	Kánixte	<i>Pouteria campechiana</i>	7.5	0.18
13	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	7.45	0.23
14	Kascat	<i>Luehea speciosa</i>	7.3	0.11
15	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	7.25	0.27
16	Ya'ax eek'	<i>Pithecellobium leucospermum brandegeei</i>	7.2	0.14
17	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	7.17	0.13
18	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	7.1	0.13
19	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>	7.08	0.12
20	Copó	<i>Ficus cotinifolia</i>	7	0.15
21	Majagua	<i>Hampea trilobata</i>	7	0.1
22	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	7	0.12
23	Pom	<i>Protium copal</i>	6.95	0.11

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

No.	Nombre Común	Nombre científico	Altura promedio (m)	Diámetro/ Cobertura promedio (m)
24	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	6.67	0.1
25	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	6.5	0.08
26	Siliil	<i>Diospyros cuneata</i>	6.5	0.09
27	Ruda de monte	<i>Diphysa yucatanensis</i>	6.5	0.08
28	Kitam'che	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	6.38	0.12
29	Canchunub	<i>Thouinia paucidentata</i>	6.26	0.11
30	Xi'imche'	<i>Casearia nitida</i>	6	0.09
31	Piim	<i>Ceiba aesculifolia</i>	6	0.12
32	Pichi' che'	<i>Psidium sartorianum</i>	6	0.12
33	Subin che'	<i>Acacia cornigera</i>	5.5	0.08
34	Dzidziché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	5.5	0.11
35	Guano	<i>Sabal yapa</i>	5.5	0.21
36	Chacah	<i>Bursera simaruba</i>	5.27	0.13
37	Zapotillo	<i>Pouteria unilocaloris</i>	5.25	0.11
38	Aki'its	<i>Thevetia gaumeri</i>	5	0.11
39	E'ele' muuy	<i>Malmea depressa</i>	4.69	0.1
40	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	4	0.08
ESTRATO MEDIO				
1	Pomoche	<i>Jatropha gaumeri</i>	6	2
2	Yaxak	<i>Nicotiana tabacum</i>	6	0.5
3	Taas ta `ab	<i>Guettarda combsii</i>	5.25	1.88
4	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5	0.5
5	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	5	0.75
6	Ximche	<i>Casearia nitida</i>	4.08	1.02
7	Bojomche	<i>Bourreria pulchra</i>	4	1
8	Guano	<i>Sabal yapa</i>	4	12.5
9	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	4	0.5
10	Siliil	<i>Diospyros cuneata</i>	3.88	0.53
11	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	3.75	0.44
12	Zac Chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	3.75	0.38
13	Poom	<i>Protium copal</i>	3.63	0.65
14	E'ele' muuy	<i>Malmea depressa</i>	3.6	0.49
15	Guayancox	<i>Myroxylom balsamum</i>	3.51	0.5
16	Dzidziché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	3.5	1.75
17	Subin che'	<i>Acacia cornigera</i>	3.5	0.25

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

No.	Nombre Común	Nombre científico	Altura promedio (m)	Diámetro/ Cobertura promedio (m)
18	Petkitam	<i>Randia aculeata</i>	3.42	0.35
19	Zapotillo	<i>Pouteria unilocaloris</i>	3.21	0.61
20	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	3	0.25
21	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	3	0.5
22	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>	2.75	0.38
23	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	2.75	0.31
24	Boop	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	2.54	0.35
25	Kanasim	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2.5	0.5
26	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	2	0.5
27	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	1.6	0.94
28	Chi ` keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	1.5	0.13
ESTRATO INFERIOR				
1	Siliil	<i>Diospyros cuneata</i>	1.7	0.05
2	Dzidziché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	0.05
3	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	0.9	0.03
4	Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	0.8	0.02
5	K'atalox	<i>Swartzia cubensis</i>	0.7	0.05
6	Zapotillo	<i>Pouteria unilocaloris</i>	0.66	0.07
7	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	0.6	0.02
8	Ximche	<i>Casearia nitida</i>	0.6	0.03
9	Boop	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	0.6	0.06
10	Pom	<i>Protium copal</i>	0.51	0.06
11	E'ele' muuy	<i>Malmea depressa</i>	0.51	0.03
12	Beeb	<i>Pisonia aculeata</i>	0.5	0.02
13	Enjible	<i>Zamia loddigesii</i>	0.46	0.03
14	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	0.46	0.02
15	Yaxak	<i>Nicotiana tabacum</i>	0.4	0.02
16	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	0.26	0
17	Guayancox	<i>Myroxylom balsamum</i>	0.23	0.01
18	P'asak'	<i>Simarouba glauca</i>	0.2	0.01

Índice de Valor de Importancia:

Mediante el cálculo de la Dr, Fr y CSD, se estimó el IVI para cada uno de los estratos; en el estrato superior la especie que resulta con mayor IVI es *Lysiloma latisiliquum* (36.72) seguida por *Piscidia piscipula* (29.59) *Pouteria unilocaloris* (20.80) y *Manikara zapota* (20.73); en el estrato medio, la especie que resulta con mayor IVI es *Sabal yapa* (43.95) seguida por *Pouteria unilocaloris* (32.90) y

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

Protium copal (21.09), finalmente en el estrato inferior, , la especie que resulta con mayor IVI es *Protium copal* (44.14) seguida por *Coccoloba reflexifolia* (34.16) y *Pouteria unilocaloris* (31.81); los resultados totales se observan en la siguiente Tabla.

Cálculo del IVI por estrato, en la SMQ.

No.	Nombre Común	Nombre científico	Densidad Relativa (%)	Coefficiente Simple de Dominancia (%)	Frecuencia Relativa	Índice de valor de Importancia
ESTRATO SUPERIOR						
1	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	7.82	25.29	3.61	36.72
2	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	8.14	19.04	2.41	29.59
3	Zapotillo	<i>Pouteria unilocaloris</i>	12.7	3.28	4.82	20.8
4	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	6.19	10.93	3.61	20.73
5	Chacah	<i>Bursera simaruba</i>	8.47	3.15	4.82	16.44
6	Zac Chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	3.91	7.06	4.82	15.79
7	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>	4.23	1.93	4.82	10.99
8	Copó	<i>Ficus cotinifolia</i>	4.56	3.13	2.41	10.1
9	Pom	<i>Protium copal</i>	3.58	1.19	4.82	9.6
10	Canchunub	<i>Thouinia paucidentata</i>	3.26	1.09	4.82	9.17
11	Boop	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	1.95	2.3	4.82	9.08
12	P'asak'	<i>Simarouba glauca</i>	1.95	3.03	3.61	8.6
13	Guano	<i>Sabal yapa</i>	2.93	3.08	2.41	8.42
14	K'ataal oox	<i>Swartzia cubensis</i>	2.61	2.81	2.41	7.83
15	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	3.26	0.94	3.61	7.82
16	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	2.28	1.26	3.61	7.16
17	Kánixte	<i>Pouteria campechiana</i>	1.63	1.69	2.41	5.73
18	Dzidziché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	1.63	0.44	3.61	5.69
19	Kascat	<i>Luehea speciosa</i>	1.63	0.65	2.41	4.68
20	E'ele' muuy	<i>Malmea depressa</i>	1.63	0.33	2.41	4.37
21	Kitam'che	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1.3	0.49	2.41	4.2
22	Xi'imche`	<i>Casearia nitida</i>	1.3	0.28	2.41	3.99
23	Kanasim	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1.95	0.68	1.2	3.84
24	Ya'ax eek'	<i>Pithecellobium leucospermum brandegeei</i>	1.63	1	1.2	3.84
25	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	1.63	0.85	1.2	3.68
26	Piim	<i>Ceiba aesculifolia</i>	1.63	0.63	1.2	3.46
27	Ruda de monte	<i>Diphysa yucatanensis</i>	0.65	0.12	2.41	3.18
28	Sak pich'	<i>Acacia glomerosa</i>	0.33	1.63	1.2	3.17
29	Aki`its	<i>Thevetia gaumeri</i>	0.98	0.23	1.2	2.42

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
 lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

No.	Nombre Común	Nombre científico	Densidad Relativa (%)	Coefficiente Simple de Dominancia (%)	Frecuencia Relativa	Índice de valor de Importancia
30	Siliil	<i>Diospyros cuneata</i>	0.65	0.15	1.2	2.01
31	Subin che'	<i>Acacia cornigera</i>	0.65	0.11	1.2	1.96
32	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0.33	0.33	1.2	1.86
33	Chi'keejil	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	0.33	0.18	1.2	1.71
34	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	0.33	0.15	1.2	1.68
35	Takinche'	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	0.33	0.14	1.2	1.67
36	Pichi' che'	<i>Psidium sartorianum</i>	0.33	0.11	1.2	1.64
37	Taas ta `ab	<i>Guettarda combsii</i>	0.33	0.11	1.2	1.64
38	Majagua	<i>Hampea trilobata</i>	0.33	0.09	1.2	1.62
39	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	0.33	0.06	1.2	1.59
40	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	0.33	0.04	1.2	1.57
40	TOTAL		100	100	100	300
ESTRATO MEDIO						
1	Guano	<i>Sabal yapa</i>	0.93	41.06	1.96	43.95
2	Zapotillo	<i>Pouteria unilocaloris</i>	25	2.01	5.88	32.9
3	Poom	<i>Protium copal</i>	11.11	2.14	7.84	21.09
4	Guayancox	<i>Myroxylom balsamum</i>	5.56	1.65	5.88	13.09
5	Ximche	<i>Casearia nitida</i>	3.7	3.35	5.88	12.94
6	Taas ta `ab	<i>Guettarda combsii</i>	2.78	6.16	3.92	12.86
7	Boop	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	5.56	1.15	5.88	12.58
8	Petkitam	<i>Randia aculeata</i>	5.56	1.14	5.88	12.57
9	E'ele' muuy	<i>Malmea depressa</i>	6.48	1.61	3.92	12.01
10	Dzidziché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	1.85	5.75	3.92	11.52
11	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>	4.63	1.23	3.92	9.78
12	Pomoche	<i>Jatropha gaumeri</i>	0.93	6.57	1.96	9.46
13	Siliil	<i>Diospyros cuneata</i>	3.7	1.75	3.92	9.37
14	Zac Chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	3.7	1.23	3.92	8.86
15	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	2.78	1.64	3.92	8.34
16	Ya`axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	1.85	2.46	3.92	8.24
17	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	1.85	1.44	3.92	7.21
18	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	1.85	3.08	1.96	6.89
19	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	1.85	1.03	3.92	6.8
20	Bojomche	<i>Bourreria pulchra</i>	0.93	3.29	1.96	6.17
21	Yaxak	<i>Nicotiana tabacum</i>	0.93	1.64	1.96	4.53
22	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	0.93	1.64	1.96	4.53

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

No.	Nombre Común	Nombre científico	Densidad Relativa (%)	Coefficiente Simple de Dominancia (%)	Frecuencia Relativa	Índice de valor de Importancia
23	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	0.93	1.64	1.96	4.53
24	Kanasim	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.93	1.64	1.96	4.53
25	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	0.93	1.64	1.96	4.53
26	Subin che'	<i>Acacia cornigera</i>	0.93	0.82	1.96	3.71
27	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	0.93	0.82	1.96	3.71
28	Chi ` keej	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	0.93	0.41	1.96	3.3
28	TOTAL		100	100	100	300
ESTRATO INFERIOR						
1	Pom	<i>Protium copal</i>	18.18	10.58	15.38	44.14
2	Boop	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	12.12	10.5	11.54	34.16
3	Zapotillo	<i>Pouteria unilocaloris</i>	12.12	12	7.69	31.81
4	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	9.09	4.01	7.69	20.79
5	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>	6.06	5.85	7.69	19.6
6	E'ele' muuy	<i>Malmea depressa</i>	6.06	5.4	3.85	15.31
7	Siliil	<i>Diospyros cuneata</i>	3.03	8.1	3.85	14.98
8	Dzidziché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	3.03	8.1	3.85	14.98
9	K`atalox	<i>Swartzia cubensis</i>	3.03	8.1	3.85	14.98
10	Ximche	<i>Casearia nitida</i>	3.03	5.4	3.85	12.28
11	Enjible	<i>Zamia loddigesii</i>	3.03	5.4	3.85	12.28
12	Majahua	<i>Hampea trilobata</i>	3.03	3.6	3.85	10.48
13	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	3.03	3.6	3.85	10.48
14	Beeb	<i>Pisonia aculeata</i>	3.03	3.6	3.85	10.48
15	Yaxak	<i>Nicotiana tabacum</i>	3.03	3.6	3.85	10.48
16	Guayancox	<i>Myroxylom balsamum</i>	3.03	0.9	3.85	7.78
17	P'asak'	<i>Simarouba glauca</i>	3.03	0.9	3.85	7.78
18	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	3.03	0.36	3.85	7.24
18	TOTAL		100	100	100	300

Índice de Shannon Wiener (H')

El índice de Shannon-Wiener para cada uno de los estratos de la SMQ fue calculado con los registros de cada especie (riqueza), según la siguiente fórmula: $H' = \sum p_i / \log(p_i)$, donde p es la proporción relativa de las i especies. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Cálculo del H por estrato en la SMQ.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

No.	Nombre científico	Individuos estimados por Hectárea	Densidad relativa (Pi)	Ln de Pi	Pi x Ln Pi
ESTRATO SUPERIOR					
1	<i>Pouteria unilocaloris</i>	195	0.127	-2.0633	-0.2621
2	<i>Bursera simaruba</i>	130	0.085	-2.4688	-0.2091
3	<i>Piscidia piscipula</i>	125	0.081	-2.508	-0.2042
4	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	120	0.078	-2.5488	-0.1993
5	<i>Manilkara zapota</i>	95	0.062	-2.7824	-0.1722
6	<i>Ficus cotinifolia</i>	70	0.046	-3.0878	-0.1408
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	65	0.042	-3.1619	-0.1339
8	<i>Dendropanax arboreus</i>	60	0.039	-3.2419	-0.1267
9	<i>Protium copal</i>	55	0.036	-3.329	-0.1193
10	<i>Platymiscium yucatanum</i>	50	0.033	-3.4243	-0.1115
11	<i>Thouinia paucidentata</i>	50	0.033	-3.4243	-0.1115
12	<i>Sabal yapa</i>	45	0.029	-3.5296	-0.1035
13	<i>Swartzia cubensis</i>	40	0.026	-3.6474	-0.095
14	<i>Metopium brownei</i>	35	0.023	-3.7809	-0.0862
15	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	30	0.02	-3.9351	-0.0769
16	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	30	0.02	-3.9351	-0.0769
17	<i>Simarouba glauca</i>	30	0.02	-3.9351	-0.0769
18	<i>Ceiba aesculifolia</i>	25	0.016	-4.1174	-0.0671
19	<i>Gymnopodium floribundum</i>	25	0.016	-4.1174	-0.0671
20	<i>Luehea speciosa</i>	25	0.016	-4.1174	-0.0671
21	<i>Malmea depressa</i>	25	0.016	-4.1174	-0.0671
22	<i>Pithecellobium leucospermum brandegeei</i>	25	0.016	-4.1174	-0.0671
23	<i>Pouteria campechiana</i>	25	0.016	-4.1174	-0.0671
24	<i>Vitex gaumeri</i>	25	0.016	-4.1174	-0.0671
25	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	20	0.013	-4.3406	-0.0566
26	<i>Casearia nitida</i>	20	0.013	-4.3406	-0.0566
27	<i>Thevetia gaumeri</i>	15	0.01	-4.6282	-0.0452
28	<i>Acacia cornigera</i>	10	0.007	-5.0337	-0.0328
29	<i>Diospyros cuneata</i>	10	0.007	-5.0337	-0.0328
30	<i>Diphysa yucatanensis</i>	10	0.007	-5.0337	-0.0328
31	<i>Acacia glomerosa</i>	5	0.003	-5.7268	-0.0187
32	<i>Bauhinia divaricata</i>	5	0.003	-5.7268	-0.0187
33	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	5	0.003	-5.7268	-0.0187
34	<i>Cedrela odorata</i>	5	0.003	-5.7268	-0.0187

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

No.	Nombre científico	Individuos estimados por Hectárea	Densidad relativa (Pi)	Ln de Pi	Pi x Ln Pi
35	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	5	0.003	-5.7268	-0.0187
36	<i>Guettarda combsii</i>	5	0.003	-5.7268	-0.0187
37	<i>Hampea trilobata</i>	5	0.003	-5.7268	-0.0187
38	<i>Neea psychotrioides</i>	5	0.003	-5.7268	-0.0187
39	<i>Psidium sartorianum</i>	5	0.003	-5.7268	-0.0187
40	<i>Spondias mombin</i>	5	0.003	-5.7268	-0.0187
40	TOTAL		1,535	1	3.2188
	Riqueza			40	Índice de Diversidad de Shannon
	Hmax = Ln S			3.6889	
	Equitatividad (J)=	H/Hmax	0.873		
ESTRATO MEDIO					
1	<i>Pouteria unilocaloris</i>	169	0.25	-1.3863	-0.3466
2	<i>Protium copal</i>	75	0.111	-2.1972	-0.2441
3	<i>Malmea depressa</i>	44	0.065	-2.7362	-0.1773
4	<i>Myroxylom balsamum</i>	38	0.056	-2.8904	-0.1606
5	<i>Randia aculeata</i>	38	0.056	-2.8904	-0.1606
6	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	38	0.056	-2.8904	-0.1606
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	31	0.046	-3.0727	-0.1423
8	<i>Casearia nítida</i>	25	0.037	-3.2958	-0.1221
9	<i>Diospyros cuneata</i>	25	0.037	-3.2958	-0.1221
10	<i>Dendropanax arboreus</i>	25	0.037	-3.2958	-0.1221
11	<i>Guettarda combsii</i>	19	0.028	-3.5835	-0.0995
12	<i>Bauhinia divaricata</i>	19	0.028	-3.5835	-0.0995
13	<i>Vitex gaumeri</i>	13	0.019	-3.989	-0.0739
14	<i>Thouinia paucidentata</i>	13	0.019	-3.989	-0.0739
15	<i>Gymnopodium floribundum</i>	13	0.019	-3.989	-0.0739
16	<i>Zuelania guidonia</i>	13	0.019	-3.989	-0.0739
17	<i>Manilkara zapota</i>	13	0.019	-3.989	-0.0739
18	<i>Jatropha gaumeri</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434
19	<i>Nicotiana tabacum</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434
20	<i>Platymiscium yucatanum</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434
21	<i>Bourreria pulchra</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434
22	<i>Sabal yapa</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434
23	<i>Neea psychotrioides</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

No.	Nombre científico	Individuos estimados por Hectárea	Densidad relativa (Pi)	Ln de Pi	Pi x Ln Pi
24	<i>Acacia cornigera</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434
25	<i>Piscidia piscipula</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434
26	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434
27	<i>Metopium brownei</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434
28	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	6	0.009	-4.6821	-0.0434
28	TOTAL		675	1	2.8036
	Riqueza		28		Índice de Diversidad de Shannon
	Hmax = Ln S		3.3322		
	Equitatividad (J)=	H/Hmax	0.841		
ESTRATO INFERIOR					
1	<i>Protium copal</i>	375	0.182	-1.7047	-0.31
2	<i>Pouteria unicoloris</i>	250	0.121	-2.1102	-0.2558
3	<i>Coccoloba reflexifolia</i>	250	0.121	-2.1102	-0.2558
4	<i>Bauhinia divaricata</i>	188	0.091	-2.3979	-0.218
5	<i>Neea psychotrioides</i>	125	0.061	-2.8034	-0.1699
6	<i>Malmea depressa</i>	125	0.061	-2.8034	-0.1699
7	<i>Diospyros cuneata</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
8	<i>Gymnopodium floribundum</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
9	<i>Hampea trilobata</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
10	<i>Swartzia cubensis</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
11	<i>Metopium brownei</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
12	<i>Casearia nítida</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
13	<i>Pisonia aculeata</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
14	<i>Zamia loddigesii</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
15	<i>Nicotiana tabacum</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
16	<i>Manilkara zapota</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
17	<i>Myroxylom balsamum</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
18	<i>Simarouba glauca</i>	63	0.03	-3.4965	-0.106
18	TOTAL		2,063	1	2.6508
	Riqueza		18		Índice de Diversidad de Shannon
	Hmax = Ln S		2.8904		
	Equitatividad (J)=	H/Hmax	0.917		

Fauna

El proyecto está ubicado en la península de Yucatán, que es una plataforma formada por suelos calcáreos de origen marino, sin grandes accidentes. La roca madre está compuesta por arenisca calcárea, muchas veces con material fósil (conchas), margas calizas y calíferas. (Otoy's max).

La porción del agua de precipitación que resta a la evaporación, es absorbida por las plantas y suelos, y el resto satura el terreno, colma el bajorrelieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades de desarrollo muy complicado, trabajo efectuado por las reacciones químicas del agua de lluvia que diluyen el subsuelo cárstico. En consecuencia, el drenaje del flujo hidrológico es subterráneo y se manifiesta en la superficie por los pozos naturales conocidos como "Cenotes". En general se considera que toda la superficie de la Península de Yucatán es una zona de recarga de acuíferos (Yum balam).

Uno de los caracteres básicos en la delimitación de esta provincia, es la extensión del tipo de sustrato "karso-calizo" que obviamente condiciona una vegetación peculiar y una hidrología característica; ambos son factores decisivos en el desarrollo de una fauna originada a partir de la que existe en la región del Petén imprimiéndole un sello que Barrera (1962) denomina efecto de peninsularidad. En lo que corresponde a extensión y límites se refiere, se asignan a esta provincia los terrenos cársticos poco elevados, carentes de corrientes superficiales, que se encuentran al norte con una irregular línea que se extiende entre las desembocaduras de los ríos Champotón y Hondo, sin incluir estas cuencas (Álvarez y de Lachica, 1991).

Geográficamente el proyecto se sitúa dentro de la región neotropical, específicamente el predio se encuentra inmerso en la provincia biótica de Yucatán. La fauna que predomina, es de origen neotropical, aunque existe una baja probabilidad de registrar especies de transición o de origen neártico, algunas especies características de esta región son: Jaguar (*Panthera onca*), ocelote (*Leopardus pardalis*), coatí (*Nasua nasua*), tapir (*Tapirus bairdii*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), sarahuato (*Aloutta spp.*), vampiro (*Desmodus rotundus*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), armadillo (*Dasyus novenicintus*), tlacuache o zarigüeya (*Didelphis virginiana*), chachalaca (*Ortalis vetula*), tucán (*Rhamphastos suiphuratus*), Iguana (*Iguana iguana*), garrobo (*Ctenosaura spp.*), boa (*Boa constrictor*).

La cuenca alberga diversos tipos de ecosistemas con una gran variedad de vegetación, entre la que podemos citar las selvas subcaducifolias y subperenifolias, el matorral costero y los humedales, así como sus asociaciones. Este mosaico de vegetación brinda diferente hábitat y recursos naturales para una gran variedad de especie de fauna. Sin embargo, también resulta ser un gran atractivo turístico nacional e internacional, razón por la que en los últimos años la demanda de sitios para realizar esta actividad se ha visto incrementada, principalmente en la ciudad de Cancún, ocasionando la fragmentación de los ecosistemas y la pérdida de hábitats y de biodiversidad de las especies.

Para el Estado de Quintana Roo, el estudio de la caracterización de fauna realizado para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial de Quintana Roo, reporta la existencia de 95 especies de reptiles distribuidos en 14 familias, 338 especies de aves representes de 45 familias y 79 especies de mamíferos distribuidos en 23 familias (POET, 2005).

El municipio de Solidaridad tiene un sin número de hábitats diferentes para los diversos grupos faunísticos que se han registrado en la península, sin embargo las actividades humanas pueden afectar directa o indirectamente la distribución y abundancia de estos grupos. De acuerdo a estudios de recopilación en campo y revisiones de literatura, el POEL de Solidaridad 2009 determinó un total de 434 especies en su área de aplicación, las cuales se distribuyen en 40 especies de peces, 17 anfibios, 72 reptiles, 266 aves y 39 mamíferos.

Los resultados de varias investigaciones (Bojorges y López-Mata, 2005; Blake y Loiselle, 1991; Estrada y Coates-Estrada, 1997 y Blake y Loiselle, 2001) sugieren que la riqueza y abundancia de especies en las selvas en regeneración parece ser atractiva para un mayor número de especies de aves. En este sentido se ha señalado que la estratificación tanto horizontal como vertical de la vegetación podría promover la coexistencia de un mayor número de especies de aves (Levey, 1988), ya que estas podrían utilizar la cobertura protectora y recursos alimenticios disponibles (Terborgh y Weske, 1969; McIntyre, 1995).

Por otra parte, aunque se ha considerado que ambientes maduros son muy diversos, varios investigadores han señalado que tanto la riqueza como la abundancia y diversidad de especies es similar en selvas perturbadas y maduras (Andrade y Rubio-Torgler, 1994; Petit et al; 1995 y Smith et al; 2001). Por lo tanto no se podría aseverar que a pesar de las perturbaciones en el predio, la riqueza del sitio se encontrara depauperada, ya que las perturbaciones pueden promover una mayor diversidad de fauna, además hay especies que responden bien a los cambios y que pueden verse favorecidas por vegetación secundaria.

Una amplia diversidad de aves también se ven atraídas hacia estos espacios afectados donde encuentran con mayor facilidad sus presas, además de que estas características también son aprovechadas por una variedad de vertebrados altamente adaptables como reptiles, aves y mamíferos pequeños como los roedores.

En lo referente a fauna silvestre, con base en la consulta de estudios realizados previamente en la cuenca en que se ubica el proyecto, se considera la presencia potencial de hasta 591 especies de vertebrados (416 especies de aves, 79 de mamíferos, 74 de reptiles y 22 de anfibios), en los diferentes hábitats y comunidades vegetales (Selva Mediana Subperennifolia, Manglar y vegetación de zonas inundables) que se presentan a lo largo y ancho de la cuenca.

De las 591 especies de vertebrados cuya distribución es potencial en la cuenca (revisión bibliográfica), 141 especies se encuentran enlistadas en alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: 8 anfibios; en cuanto a los mamíferos, se tienen 22 especies protegidas; mientras que para los reptiles se reportan 33 especies protegidas; y finalmente para aves se registraron 78 especies bajo alguna categoría de protección.

Para tener un parámetro de la situación que guarda la fauna silvestre en la cuenca del proyecto se efectuó un monitoreo de la misma, cuyos resultados fueron: un total de 230 vertebrados; de los cuales 120 son aves, 55 reptiles, 45 mamíferos y 10 anfibios.

CAPITULO V

V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LAS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFIA Y TIPOS DE VEGETACION Y FAUNA.

V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LAS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFIA Y TIPOS DE VEGETACION Y FAUNA.

V.1 Clima.

El estado de Quintana Roo, por estar situado dentro de la zona intertropical se caracteriza por la presencia de todo un conjunto de condiciones que determinan la existencia de un régimen climático de tipo cálido subhúmedo, característica general de toda la península; aunque son también importantes los factores locales como son las influencias marinas, por su vecindad con las aguas del Mar Caribe al este y con el Golfo de México al norte; la reducida elevación sobre el nivel del mar o la ausencia de prominencias orográficas que puedan causar modificaciones importantes en los rasgos macro-climáticos.

En el municipio de Solidaridad se presentan dos subtipos climáticos: Aw1 (x') y Aw2 (x'), el primero abarca una porción irregular del territorio Norte, desde el límite Norte del Municipio hasta la Ciudad de Playa del Carmen mientras que el segundo subtipo se presenta en la superficie restante. Las características que comparten éstos subtipos son: cálidos subhúmedos con lluvias en verano, el más húmedo de los subhúmedos, con precipitación media anual entre 1,500 y 2,000 mm y temperatura media anual entre 26 y 28 °C.

De acuerdo con los parámetros registrados en la estación meteorológica de Cancún y aplicando el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García 1988), el tipo climático en la zona donde se localiza el predio del proyecto es Aw2 (x'), que corresponde a un clima cálido-subhúmedo, con lluvias definidas y oscilaciones de temperatura entre 5 y 8 grados en relación a la media.



Clima existente en la zona donde se encuentra el predio San Martín (CONABIO).

V.1.1 Temperatura y precipitación promedio.

La temperatura media anual en el área de estudio es de 24 °C, los meses más fríos registran una temperatura media superior a los 18 °C. Las temperaturas más altas se registran en los meses de julio a agosto y los más fríos son enero y febrero. La variación promedio de temperatura no supera los 7 grados.

El régimen de lluvias está regido principalmente por los fenómenos que se presentan en el mar caribe, tales como depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes que se presentan entre los meses de junio a noviembre, y con una mayor incidencia el mes de septiembre, siendo el más importante por la velocidad alcanzada por su vientos en los últimos años el Gilberto que pasó por la región en septiembre de 1988, cuyo vientos alcanzaron hasta 310 Km./hr.; así como Roxanne en octubre de 1995, con vientos de 185 Km./hr. Las estadísticas reflejan una alta coincidencia de estos fenómenos localmente.

La mayor cantidad de lluvia se presenta en verano y parte del otoño como promedio de precipitación media anual los 1,463.75 mm. En el mes de septiembre, el promedio de precipitaciones es de 208 mm, mientras que para el mes de marzo es de 29 mm en promedio. La humedad relativa media anual es superior al 75%, existiendo picos por arriba del 80%.

V.1.2. Humedad relativa.

La humedad relativa es alta y varía del 75 al 89% durante el año, esta alta humedad impide que las oscilaciones térmicas alcancen grandes variaciones durante el año.

V.1.3. Vientos dominantes.

Durante la época seca de noviembre a abril se presentan los "nortes" que aportan aproximadamente el 30% de la lluvia anual, y hacen descender la temperatura y aportan humedad en la época invernal.

Los vientos dominantes provienen del sureste con una velocidad promedio de 4.6 m/seg. En algunas épocas se tienen velocidades superiores a los 8.0 m/seg. Para el caso de los "nortes" eventualmente traen vientos cercanos a los 90 Km./hr.

De febrero a julio, los vientos dominantes son los alisios, provenientes del sureste con velocidades de 10 km/hr en promedio y hasta 30 km/hr durante perturbaciones tropicales (López-Rivas, 1994).

Para el lapso de junio a septiembre los vientos mantienen una dirección hacia el Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 n/s. En los meses de noviembre y diciembre, el viento disminuye su velocidad y cambia su dirección hacia el Norte y presenta velocidades de 2 n/s, lo que coincide con la temporada de huracanes.

V.2 Suelo.

El predio San Martín se localiza en planicie con suelos poco evolucionados denominados Redzinas, estos suelos se caracterizan por ser poco profundos de 8 a 20 cm, muy alterados, de baja fertilidad, sus texturas son arcillosas y pesadas con un drenaje deficiente, en las partes superiores de los promontorios, se deslavan fácilmente y se deposita en las depresiones inmediatas formando un proceso dinámico de erosión-acumulación, además de contener materia orgánica en valores superiores al 50%.

Éstos suelos presentan abundante pedregosidad o afloramiento de la coraza calcárea, son suelos que varían en color de café claro a casi negro, con textura arenosa con 10 a 30% de arcilla y presentan un buen drenaje, que favorece la infiltración de las aguas meteorológicas (INEGI, 2002).

En general, tenemos que estos suelos se encuentran con una cubierta insipiente de suelo y abundancia de materia orgánica en diversos grados de descomposición, esta capa alcanza mayores profundidades en las cavidades superficiales de la roca donde se encuentra mezclada con gran número de fragmentos de piedra caliza.

V.3 Pendiente media.

La zona en donde se ubica el predio San Martín corresponde a la región fisiográfica de la Península de Yucatán y a la unidad geomórfica de las planicies del Caribe.

A similitud con toda la Península de Yucatán, la topografía en la zona tiene pendientes menores al 7% por lo que son viables para el desarrollo urbano salvo sobre las fallas puntuales como grietas o cenotes y algunas elevaciones o depresiones localizadas; de cualquier manera a pesar de tener un estrato rocoso casi a flor de tierra se deberá tener especial cuidado con las cavernas que se presentan de forma recurrente en el subsuelo, normalmente donde existen grandes macizos de

vegetación con grandes árboles encontraremos con toda seguridad que se asientan en una zona de fallas y grietas subterráneas que permiten su fortalecimiento y desarrollo.

V.3.1 Relieve.

La Península de Yucatán está conformada por una plataforma calcárea sin elevaciones importantes, el Estado de Quintana Roo sólo presenta tres elevaciones cuya altura oscila entre 120 y 230 m y se localizan en la porción suroeste, en su colindancia con el Estado de Campeche el resto es una planicie.

La zona de donde se encuentra el predio San Martín presenta un relieve plano que se eleva de 5 a 11msnm.

V.4 Hidrografía:

V.4.1 Hidrología superficial y subterránea.

El predio San Martín se localiza en la región/cuenca hidrológica RH32 conocida como Yucatán Norte y se caracteriza por no presentar ríos superficiales así como un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%.

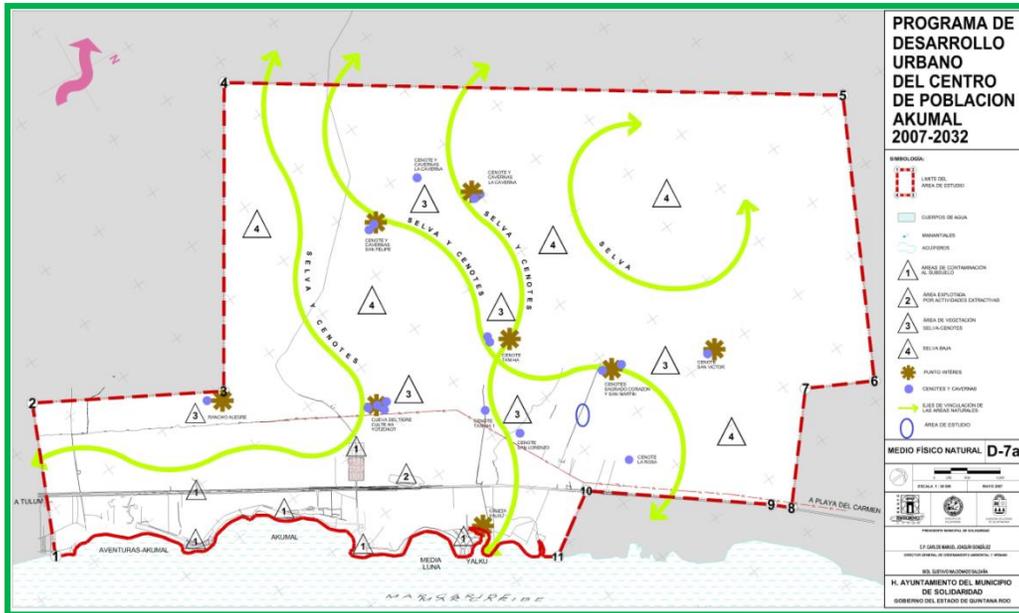
La roca caliza, sumamente permeable, que forma el suelo de esta región no permite la existencia de corrientes de aguas superficiales, ya que como consecuencia de las características físicoquímicas de la plataforma yucateca, el agua de lluvia se infiltra inmediatamente en el subsuelo presentándose signos de erosión química y física de gran fuerza que así mismo al circular por las grietas de la roca caliza van formando grutas y cavernas que en ocasiones pueden llegar a presentar desplomes en su techo formando cenotes.

En esta cuenca no hay corrientes superficiales ni cuerpos de agua de gran importancia. Sin embargo, al nivel local, en la zona Norte del estado de Quintana Roo se presentan depresiones topográficas que en épocas pasadas constituyeron una antigua laguna costera y que en la actualidad se manifiesta como una laguna fósil o paleolaguna, que se encuentra delimitada por la actual línea de costa y la loma del Pleistoceno que se ubica a unos 700 m de ésta y que corresponde al antiguo litoral (Villasuso, 2000).

Estas depresiones, no tienen contacto con el mar y tampoco reciben aportes de agua continentales, sin embargo, debido a la presencia de turba o marga que las hace impermeables, generalmente acumulan agua de lluvia, que las inunda y permite el desarrollo de vegetación de manglar denominado de cuenca, del tipo de manglar de laguna fósil, de acuerdo con Trejo-Torres et al. (CIQROO, 1993).

En la superficie que abarca el predio San Martín no existe ningún tipo de cuerpo de agua superficial. (Figura V.2).

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.



Hidrología superficial existente en la zona donde se encuentra el predio San Martín.

V.5 Tipos de vegetación:

De acuerdo con Miranda (1978), la vegetación reportada para la zona en la cual se pretende establecer el proyecto, presenta el tipo Selva mediana subperennifolia



Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia observada en el San Martín.



Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia observada en el San Martín.

Según Flores Guido (1994), este tipo de vegetación es el de mayor extensión en la Península de Yucatán y su cobertura abarcaba casi todo el territorio del estado de Quintana Roo.

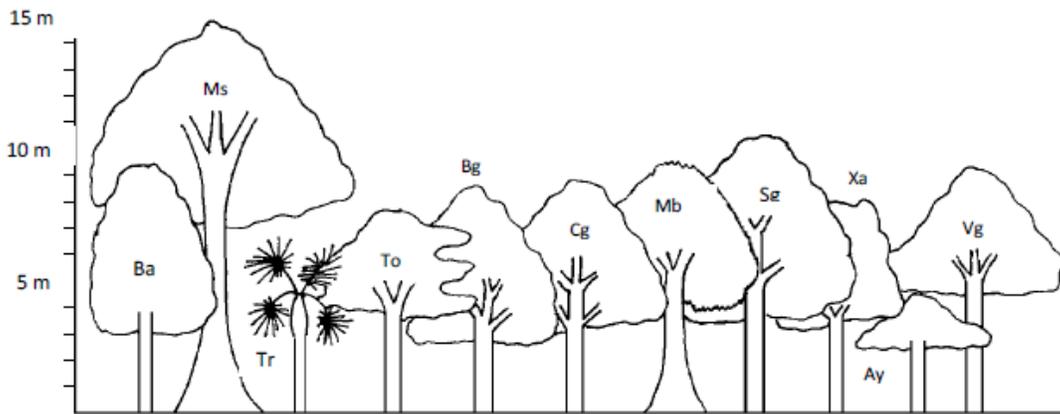
Los árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas (figura IV.5).



Vegetación epífita de Selva la Mediana Subperennifolia observada en el predio San Martín.

En la actualidad este tipo de vegetación es objeto de una fuerte presión originada por la continua remoción de la cubierta vegetal original para terrenos que serán utilizados para construcción de viviendas, calles, y servicios. Es importante mencionar, que la mayor parte de selva ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse la agricultura tradicional de roza-tumba-quema, esto aunado al gran número de huracanes que históricamente han impactado a lo largo de todo el estado.

A continuación se presenta un perfil de vegetación (figura V.6) típico de una selva mediana subperennifolia del estado de Quintana Roo, donde este tipo de vegetación ocupa una superficie de 431, 041 km². En el se muestran las especies arbóreas y arbustivas con mayor presencia en este tipo de vegetación.

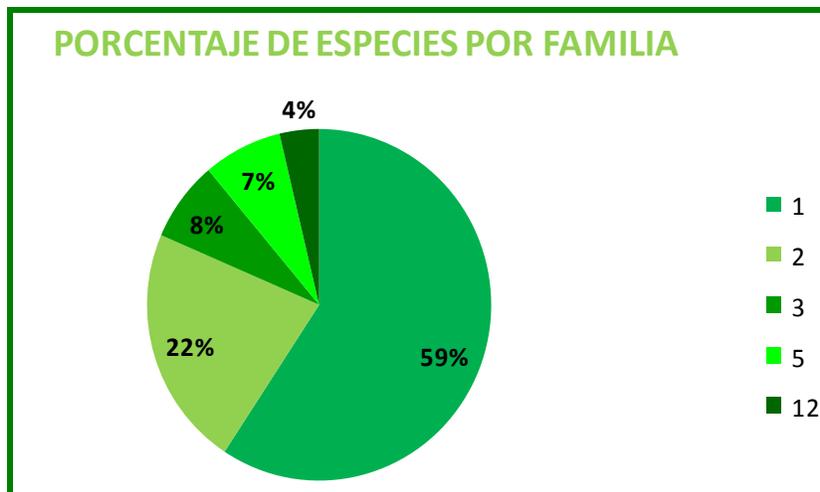


Perfil diagramático de las especies arbóreas encontradas comúnmente en la selva mediana subperennifolia en el predio en estudio. Dónde: Bs, *Bursera simaruba*; Ll, *Lysiloma latisiliquum*; CC, *Cocoloba cozumelensis*; Fc, *Ficus cotinifolia*; Co, *Cecropia obtusifolia*; Cm, *Jatropha gaumeri*; Ca, *Ceiba aesculifolia*; Tg, *Thevetia gaumeri*; Gf, *Gymnopodium floribundum*.

V.5.1 Composición florística.

Se registraron 56 especies incluidas en 27 familias. La familia con mayor riqueza de especies fue la Leguminosae, con un total de doce especies, seguida de la familia Palmae y Sapotaceae con cinco especies cada una. Las familias restantes presentan entre una y tres especies solamente.

Del total de la familias encontradas, el 59 % corresponde a aquellas que contienen una sola especie, 22 % corresponde a aquellas que contienen 2 especies, 8 % a aquellas que contiene 3 especies, 7 % a aquellas que contienen 5 especies y 4 % a aquellas que contienen 12 especies, tal como se muestra en la gráfica IV.1.



Vegetación epífita de Selva la Mediana Subperennifolia observada en el predio San Martín

A continuación se presenta el listado de especies vegetales registradas en los límites del área destinada a cambio de uso de suelo forestal (CUSF).

Se observaron tres estratos definidos: estrato arbóreo, estrato arbustivo y herbáceo, así como a las especies trepadoras y de palmas.

El estrato arbóreo presenta diferencias en las distribuciones verticales (alturas), pero en general se encontraron un mayor número de individuos de talla mediana. Del listado se puede observar que tanto el dosel como la composición y diversidad de especies arbóreas se encuentra dentro de los parámetros para considerar esta asociación como selva mediana.

Cabe señalar que los muestreos se realizaron en época de seca, por lo que la cantidad especies herbáceas y trepadoras es menor a la que puede observarse en la temporada de lluvias.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei (Jacq.) Urb</i>	Chechem	Árbol
Phyllanthaceae	<i>Margaritaria nobilis L. f.</i>	Ixim che	Árbol
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Árbol
Annonacea	<i>Malmea depressa (Baillon) R.E. Fr</i>	Elemuy	Árbol
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri Hemsl</i>	Akits	Árbol
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra L</i>	Saknic-te	Árbol
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken</i>	Bojom	Árbol
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra A. DC.</i>	Siricote	Árbol
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas L.</i>	Piñuela	Hierba epífita
Burseracea	<i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>	Chaca	Árbol
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma Sw.</i>	Siliil	Árbol
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri Green m.</i>	Pomolche	Árbol
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius Kunth.</i>	P'eresk'uts	Arbusto
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus souzae McVaugh</i>	Chaya silvestre	
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus jatrophiifolius Domin.</i>	Kisté	Árbol
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri Greenm</i>	Ya'axnik	Árbol
Lauraceae	<i>Licaria peckii (I.M. Johnst.) Kosterm</i>	Pimientillo	Arbusto
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea (Sw.) Griseb</i>	Sip ché	Arbusto
Leguminosae	<i>Acacia conigera</i>	Subin	Árbol
Leguminosae	<i>Albizia tomentosa (Micheli) Standl</i>	Sak tzalam	
Leguminosae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Arbusto
Leguminosae	<i>Bauhinia jenningsii P. Wilson</i>	Pata de cabra	
Leguminosae	<i>Caesalpinia mollis (Kunth) Spreng.</i>	Chakté viga	Arbusto
Leguminosae	<i>Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp</i>	Balché keej	Árbol
Leguminosae	<i>Lonchocarpus rugosus Benth.</i>	K'anasin	Árbol
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquun</i>	Tzalam	Árbol
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg</i>	Jabín	Árbol

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA
Leguminosae	<i>Platymiscium yucatanum Standley</i>	Granadillo	Árbol
Leguminosae	<i>Swartzia cubensis (Britton y P. Wilson) Standl</i>	K'atal oox	Árbol
Leguminosae	<i>Caesalpinia yucatanensis Greenm</i>	Taa k'in che'	Árbol
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia Standl</i>	sak paj	Árbol
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus Cav.</i>	Tulipancillo	Arbusto
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia (Kunth) Britten & Baker F</i>	Pochote	Árbol
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Árbol
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	Árbol
Moraceae	<i>Ficus maxima Mill.</i>	Higo	Árbol
Myataceae	<i>Myrcianthes fragrans (Sw.) McVaugh</i>	Guayabillo	Árbol
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris (Sw.) Willd.</i>	Kizyuc	Arbusto
Nyctaginaceae	<i>Neea choriophylla Standl</i>	Ta'ts'i	Árbol
Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii Burret</i>	Xiat	Palma
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii* H.J. Quero</i>	Nacax	Palma
Arecaceae	<i>Cryosophila stauracantha</i>	Huano 'um	Palma
Arecaceae	<i>Sabal japa</i>	Huano	Palma
Arecaceae	<i>Thrinax radiata Lodd* Ex Desf</i>	Chi'it	Palma
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	Árbol
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum Rolfe.</i>	Ts'í'ts'ilché	Árbol
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum (Vahl) Urb.</i>	Chintok'	Árbol
Rubiaceae	<i>Randia obcordata S. Watson</i>	Cruz ki'ix	arbusto
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii Urb.</i>	Tasta'ab	Árbol
Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis (Kunth) Radlk</i>	Huaya	Árbol
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata Radlk</i>	K'anchunuup	Árbol
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimitillo	Árbol
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota (L.) P. Royen</i>	Zapote	Árbol
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana (Kunth) Baehni</i>	K'anisté	Árbol
Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum Jacq.</i>	Caracolillo	Árbol
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum Brandegees ex Standl+</i>	Caimitillo	Árbol
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca DC.</i>	Pa'sak'	Árbol

Tabla V.1 Listado de especies de flora observada en el predio San Martín

Las especies arbóreas con mayor importancia de acuerdo a su área basal, frecuencia y cobertura fueron: *Krugiodendron ferreum* (62.5311 m²/ha), *Metopium brownei* (16.4736 m²/ha), *Manilkara*

zapota (9.7812 m²/ha), *Talisia olivaeformis* (3.5776 m²/ha), *Vitex gaumeri* (1.6632 m²/ha), *Gliricidia sepium* (1.6236 m²/ha) y *Coccoloba spicata* (1.3818 m²/ha).

En la siguiente tabla se incluyen los valores de importancia de las especies registradas en el estrato arbóreo, creada con base en los datos obtenidos en los sitios de muestreo de vegetación. Para obtener este valor Se aplicó la metodología del Índice de Valor de Importancia (IVI) sugerida por Lamprecht (1990), la cual es una medida de cuantificación para asignarle a cada especie su categoría de importancia y se obtiene de la suma de la Abundancia relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa (Área basal).

La abundancia relativa es la proporción porcentual de cada especie entre el número total de los árboles multiplicados por 100.

La frecuencia relativa de una especie, se obtienen a partir del porcentaje de la suma de una especie entre la suma de las frecuencias de todas las especies multiplicado por 100.

La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área basal total evaluada multiplicada por 100.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
Sak tzalam	<i>Albizia tomentosa</i>	11.667	90.000	19.110	120.777
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	10.833	80.000	7.779	98.612
sak paj	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	1.667	20.000	0.802	22.469
Bojom	<i>Cordia alliodora</i>	0.833	10.000	0.830	11.664
Siricote	<i>Cordia dodecandra</i>	0.833	10.000	0.418	11.251
Siliil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	7.500	60.000	3.850	71.350
Álamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	1.667	20.000	1.775	23.442
Ts'í'ts'ilché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	4.167	40.000	3.833	47.999
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	11.667	90.000	20.773	122.440
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	2.500	30.000	2.232	34.732
Chechem	<i>Metopium brownei</i>	23.333	80.000	22.681	126.015
Ta'ts'i	<i>Neea choriophylla</i>	1.667	10.000	0.950	12.617
Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	1.667	10.000	2.468	14.135
K'anchunuup	<i>Thouinia paucidentata</i>	5.833	50.000	3.355	59.188
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	2.500	30.000	0.027	32.527

Listado de valores de importancia de las especies registradas en el estrato arbóreo

V.5.2 Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal.

Se registró dos especies catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*.

En los sitios de muestreo se registraron un total de 108 ejemplares de *Thrinax radiata* (Chiit) y 10 ejemplares de *Coccothrinax readii* (Nacax) en un total de 1,500 m²; con base en lo anterior, se podría estimar una cantidad mínima de 787 ejemplares por hectárea (720 ejemplares y 57 ejemplares, respectivamente).

Se debe considerar de esta especie que es sumamente abundante en la zona y que tradicionalmente es usada en la región como planta ornamental, motivo por el cual es común verla en centros urbanos, tanto en propiedades privadas como en áreas públicas.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORIA DE RIESGO
<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	No endémica. En peligro de extinción.
<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	No endémica. Amenazada

Especies vegetales registradas en el predio, e incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

V.5.2.1 Fichas descriptivas de especies vegetales bajo régimen de protección legal.

Thrinax radiata, Guano de costa, Palma, Chi'it.

DISTRIBUCIÓN.

Habita en zonas costeras arenosas en México, Cuba, la Florida, Bahamas, Honduras y las Islas Caimán. Para México sólo se reconoce como su medio natural la Península de Yucatán.

HÁBITAT.

Selvas subperennifolias, matorral de dunas costeras y manglares. Originalmente vive en áreas costeras, en suelos limosos o arenosos, e incluso en áreas de dunas costeras, por lo cual requiere suelos drenantes y pleno sol. Resiste el viento del mar, la salinidad, y los suelos calizos.

DESCRIPCIÓN.

Es una palmera cuyo tronco delgado de 1 dm de diámetro puede llegar a crecer bastante en los bosques y maniguas costeras donde vive (hasta de 7 mts de altura). En la base presenta una gran cantidad de raíces muertas, que sobresalen por encima del suelo. Las hojas son palmeadas, numerosas y divididas en 50 o 60 segmentos, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés. Las flores se dan en inflorescencias cortas y gran cantidad



Thrinax radiata, Guano de costa, Palma, Chi'it.

de pequeñas flores de color crema; el fruto es globoso de aproximadamente 6 mm, verde cuando inmaduro y blanco al madurar. Los troncos son utilizados como postes y las hojas empleadas en la construcción de casas rústicas y en palapas de centros turísticos.

Coccothrinax readii, Palmera plateada mexicana, Nacax.

DISTRIBUCIÓN.

La especie es endémica de la Península de Yucatán.

HÁBITAT.

Es una palmera muy abundante donde crece, se le puede encontrar en selvas medianas o tropicales cerca de la costa, así como en dunas costeras. Es muy abundante en el estrato medio bajo la sombra de especies como *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Caesalpinia gaumeri*, etc. Crece en condiciones de alta humedad y en suelos poco profundos con abundante humus no más de 10 a 15 cm de profundidad.

DESCRIPCIÓN.

Coccothrinax readii es una pequeña y solitaria palmera que alcanza los 4 m de altura, con un tronco muy delgado de color marrón o grisáceo de 5 cm de diámetro que lleva una corona pequeña y abierta de 9-16 hojas palmeadas. La lámina de la hoja tiene 40-110 cm de diámetro., es de color verde oscuro por encima y plateado en la superficie abaxial, con 39-54 segmentos connados. Las inflorescencias son interfoliarias, de 40-84 cm de largo. Las flores son fragantes, de color blanco cremoso. El fruto subgloboso, de color púrpura y negro en la madurez. Es usada en la construcción (techado) y en la fabricación de herramientas de uso doméstico (escobas) y también se le atribuyen propiedades medicinales.



Coccothrinax readii,
Palmera plateada mexicana, Nacax.

V.6 Fauna.

El área en la que se llevará a cabo el proyecto, contiene un componente vegetal conservado que permite la presencia de fauna que utiliza estas áreas como zonas de alimentación y refugio, sin embargo, debido a la cercanía de viviendas, así como actividades antropogénicas en la zona, no se

detectaron especies de fauna silvestre de tamaño considerable, únicamente aquellas adaptables que soportan tales perturbaciones.

A continuación, se incluyen los listados de la fauna que pudo registrarse en el predio San Martín durante los recorridos y muestreos realizados.

V.6.1 Método sendero-animal de Janson y Terborgh.

Para el presente estudio, el principal método de muestreo para identificar a la fauna en el sitio del proyecto correspondió al método de transectos de banda terrestres, también conocido como método sendero-animal de Janson y Terborgh, el cual parte de los siguientes supuestos:

- Definir mentalmente franjas paralelas a ambos lados de la línea base -o el recorrido del observador- donde todos los objetos son registrados, hasta una distancia umbral por donde la detectabilidad decae bruscamente.
- Que la ubicación de los objetos al ser detectados sea fija y no se vea afectada por el conteo; las aves que sobrevuelan la banda no se incluyen mediante este método.
- Que la inclusión o exclusión de los objetos es determinado por medidas exactas desde la línea base hasta el animal.

Otras premisas postuladas por algunos autores, como la disposición aleatoria de los objetos y la independencia de cada observación no son esenciales, siempre y cuando la probabilidad de escape sea igual para todos los individuos.

La esencia de esta metodología radica en el ancho de la banda o sea la distancia perpendicular a ambos lados de la línea hasta donde la detección de los objetos se considere total. Esta depende, en algunas especies, de la actividad del animal, una vocalización más o menos constante, audible hasta una cierta distancia o bien de una reacción de escape cuando el observador se aproxima a una determinada distancia. El escape aparatoso permite detectar animales normalmente silenciosos y poco visibles, tales como perdices en un pastizal o agutíes en un sotobosque denso. En ambos casos el observador que se desplaza a lo largo de la línea puede considerarse como el centro de un círculo con radio igual a la distancia de escape o de la captación segura del sonido del animal.

El método se emplea también para cuantificar objetos fijos (nidos, animales muertos, etc.). En este caso la detección depende del observador, de lo conspicuo del objeto y de la visibilidad en el hábitat. Es razonable suponer que muy cerca de la línea base se detectan más objetos que a mayor distancia hacia los lados, por lo cual el ancho efectivo del transecto involucra un compromiso

entre la exactitud y eficiencia: Una banda muy estrecha puede garantizar el registro de todos los objetos, pero cubre poco terreno y rinde escasas observaciones; una banda más ancha genera más datos, pero puede resultar en omisión parcial de los objetos más distantes.

De esta manera, la asignación del ancho de la banda puede ser más arbitraria que en el caso anterior, donde está más definida por el comportamiento animal. Ocasionalmente el hábitat se presenta en forma de bandas naturales, como ríos o bosques de galería para los primates. Esto facilita la aplicación del método, que en éste caso converge con el conteo total. Para aplicar este método en un caso concreto se precisan estudios preliminares. Se diseñan unos sistemas de transectos, preferiblemente rectos y de la misma longitud, dispuestos al azar y marcados y medidos en el campo. Si la detección depende ante todo de la actividad de los animales, se programan los recorridos para las horas de mayor actividad de los mismos.

El observador se desplaza sobre la línea base de un extremo a otro sigilosa y lentamente (1 a 1.5 km/hora) al contar aves y mamíferos en bosques tropicales; a fin de detectar todos los animales objeto del trabajo por sus sonidos, movimientos y visualmente, procurando perturbarlos lo menos posible.

Al detectar cada animal se cuantifica la distancia perpendicular línea-animal, y se anota el número de animales en el grupo, y datos opcionales como la altura o estrato de ubicación, modo de detección, hora del día y otros detalles que pueden ser útiles a la hora de estandarizar el conteo.

Una vez concluidos los registros de campo se ordenan las observaciones en unos 8 ó más intervalos según las distancias línea-animal. La variación del número de animales detectados por franjas consecutivas revelará la relación entre la distancia y la detectabilidad. Si los datos demuestran una cantidad uniforme de registros cerca de la línea, seguida de una brusca caída, están dadas las condiciones para un muestreo de transectos de banda. En cambio, si el número de animales disminuye gradualmente con la distancia, el método de transecto de ancho variable puede ser la opción más indicada.

Una vez estandarizado el transecto de banda para una especie y tipo de hábitat, se la aplica registrando solamente el número de animales en cada banda, midiendo las distancias línea-animal solamente si el animal observado se encuentra cerca del perímetro, a fin de decidir si se le incluye o no. Esto ahorra tiempo, especialmente cuando los objetos a contar son abundantes.

Cada transecto es, en esencia, una parcela, por lo cual se requiere un conjunto representativo de tales parcelas para calcular la densidad promedio con sus límites de confianza.

V.6.1.1 Observaciones:

- Se debe contar con GPS, cámara y libreta de campo para cada recorrido.
- Se deben programar recorrido diurnos y nocturnos.
- Se debe contar con binoculares.

- Se deberá contar con equipo y ropa adecuada de campo.
- Se deberá contar con guías de campo para la identificación de especies.
- En caso de encontrar madrigueras de debe proceder con lámpara y una vara, nunca introducir los brazos para encontrar rastros, ya que algunas madrigueras son utilizadas por reptiles.

V.6.2 Anfibios y reptiles

Para el registro mediante observación directa de estos grupos se realizó un recorrido general, tanto en áreas de vegetación como en áreas sin cobertura significativa. Durante los recorridos de campo también se buscaron rastros y señales de actividad de algunas especies de reptiles, como son las exhubias o pieles mudadas de las serpientes, así como algunos sonidos o cantos. Se removieron piedras, troncos caídos, hojarasca y/o herbáceas, así como de troncos y ramas de vegetación en pie para el registro de estas especies.

Los muestreos se realizaron durante primavera y en un periodo en el que no se presentaron lluvias en las semanas previas a los mismos, por lo que la cantidad de especies observadas fue mucho menor a la que potencialmente puede distribuirse en la región y no se observaron especies de anfibios.

Se observaron solo tres especies de reptiles en toda el área *Ctenosaura similis*, *Ameiva undulata* y la *Bothrops asper*. Éstos ejemplares se observaron de manera directa en el predio, en tallos secos de árboles caídos y en las oquedades que existen en las brechas o caminos.

REPTILES		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada (Od)
Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	yax merech (Od)
Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca (Od)

Especies de reptiles registradas en el predio San Martín y en sus colindancias inmediatas.

Dónde: OD= observación directa

V.6.3 Aves.

Debido al radio de acción y etología, las aves son el grupo más comúnmente detectado.

El muestreo se basó en la observación directa y con ayuda de binoculares e identificadas con guías especializadas (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000). Fueron registrados todos los organismos observados al vuelo, perchados y en el suelo, considerando incluso las especies detectadas en las colindancias inmediatas debido al amplio rango del área de actividad de las mismas. Adicionalmente, se llevó a cabo un registro auditivo de las especies.

También se registraron evidencias indirectas tales como la presencia de plumas ya sea como producto de mudas o de restos de la depredación por otros organismos, y la presencia de nidos entre los arbustos.

Se registró la presencia de un total de 14 especies de aves, como se muestra en la siguiente Tabla V.4 No se debe omitir que este número no es representativo de la cantidad de especies con distribución potencial en la zona, tanto residentes como migratorias.

AVES			TIPO DE VERIFICACION	
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	VISUAL	AUDITIVA
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera (Pe)	X	X
Accipitridae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco (Pe)	X	X
Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde (Vu)	X	X
Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca (Vu)	X	X
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca (Od)	X	X
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria (Od)	X	X
Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero* (Od)	X	
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanca (Vu)	X	X
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Loro pechisucio (Vu)	X	
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado (Od)	X	
Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco (Od)	X	
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito (Pe)	X	X
Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón (Pe)	X	
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Zorzal pardo (Od)	X	

Especies de aves registradas en predio San Martín y en sus colindancias inmediatas.

Dónde: OD= observación directa, Vu= Vuelo, Pe=Perchado

V.6.4 Mamíferos.

Para el registro de especies de mamíferos terrestres se utilizó la búsqueda en transectos de evidencias directas e indirectas. Para la identificación de rastros y huellas se usó bibliografía especializada (Aranda, 2000). Se colocaron trampas tipo Tomahawk aleatoriamente para

mamíferos de talla mediana, y para el registro de murciélagos se colocó una red de niebla de las 7 a las 11 de la noche.

Un aspecto a destacar fue la observación directa del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), encontrando a dos ejemplares un hembra y su cervatillo. Estos se encontraban en el camino existente y debido que este sitio cuenta con algunos árboles con frutos como es el caso de Zapote (Manilkara zapota), esta área es utilizado para su alimentación de los mismos.

Los ejemplares de Coatís (*Nassua narica*), fueron observados de manera directa, ya que se encontraban alimentándose de un insecto común, llamado Langosta (*Locusta migratoria*), ya que estos grillos se encontraban en gran cantidad en el sitio. Estos fueron observados en la parte central del predio.

La ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*), fue observada directamente trasladándose de un árbol hacia otro, mismo que posiblemente este de paso por el sitio. Este fue observado en el borde del predio internándose hacia otros lotes.

MAMÍFEROS		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Mormoopidae	<i>Pteronotus parnelli</i>	Murcielago bigotudo (Od)
Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón (Od)
Didelphidae	<i>Didelphis virginianus yucatanensis</i>	Zarigüeya común (Od)
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca (Od)
Procyonidae	<i>Nassua narica</i>	Coatí (Od)
Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca (Od)

Especies de mamíferos registrados en predio San Martín y en sus colindancias inmediatas

Considerando el estado de conservación de la vegetación y la presencia de especies de flora que producen frutos, así como la población de insectos que existen en la zona donde se encuentra el predio San Martín, se concluye que la zona aún cuenta con características para sostener poblaciones residentes y viables de murciélagos frugívoros e insectívoros. A pesar de ello, está documentado que los murciélagos cubren grandes distancias durante su búsqueda de alimento, por lo que las especies comunes de la zona pueden usar los límites e incluso la zona urbana como una zona de distribución y alimentación.

V.6.5 Presencia de especies de fauna bajo régimen de protección legal.

En los recorridos y muestreos realizados al interior del predio San Martín, se registraron especies de fauna que se encuentren listados dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, los cuales se incluyen en la tabla V.6.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORIA DE RIESGO
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	Amenazada

ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORIA DE RIESGO
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanca	Protección especial
<i>Aratinga nana</i>	Loro pechisucio	Peligro de extinción

Especies de fauna registrados en el predio San Martín que están incluidos dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

V.6.5.1 Fichas descriptivas de especies de fauna bajo régimen de protección legal.

Ctenosura similis, Iguana de cola espinosa, Iguana rayada, iguana.

DISTRIBUCIÓN.

Está presente desde los estados de Veracruz y Oaxaca en México, hasta el extremo sur de Mesoamérica en Panamá y sus islas adyacentes.

HÁBITAT.

Habita principalmente los bosques secos y áreas áridas, aunque su distribución comprende una gran variedad de ecosistemas y hábitats. Prefiere partes soleadas y rocosas, como las bardas de las casas o las zonas arqueológicas.

DESCRIPCIÓN.

Es llamada iguana de cola espinosa debido a los anillos de escamas espinosas en su cola, los cuales, separados uno de otro por dos anillos lisos, son un rasgo característico de la especie. El cuerpo de un macho adulto alcanza los 35 cm y su colas casi el doble, su cuerpo es, generalmente, robusto y musculoso, con miembros fuertes y armados con grandes garras. Los individuos juveniles, muestran una coloración verde que a los seis meses de edad empieza a transformarse en la coloración adulta predominante, café grisáceo con una serie de bandas dorsales oscuras. Los dos sexos poseen una fila de escamas agrandadas que empieza en el cuello



Ctenosura similis. Iguana de cola espinosa, Iguana rayada, Spiny tailed iguana.

y termina en la base de la cola, formando una distintiva cresta dorsal. Sin embargo, ésta es mucho más grande en los machos adultos. Aunque son generalmente herbívoras, llega a comer roedores, murciélagos, ranas, pichones de aves y una gran variedad de insectos.

Amazona albifrons, Loro frente blanca, White-fronted Amazon.

DISTRIBUCIÓN.

Se distribuye en la vertiente del Pacífico desde el centro de México hasta Costa Rica. En México se localiza en la vertiente del Pacífico, desde el sur de Sonora hacia Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Colima, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. En la vertiente del Golfo desde el Sureste de Veracruz, al Este en tierras bajas de Tabasco, Campeche y Quintana Roo.

HÁBITAT.

Viven en áreas abiertas con árboles dispersos, sabanas, bosques secundarios, áreas agrícolas, semi-urbanas y manglares. Dentro de las áreas urbanas o en sus límites, esta especie es asociada a jardines, parques o arboledas.

DESCRIPCIÓN.

Presentan un tamaño medio (25.5-29 cm), con cola corta. Recibe su nombre por la mancha blanca brillante que se le observa en la frente. Su pico es amarillo, patas grises y ojos ámbar, tienen plumaje verde en todo el cuerpo, con un anillo rojo alrededor de los ojos, plumas azules visibles al desplegar las alas y detrás de la mancha blanca de la frente. Los machos presentan plumas color rojo brillante en el álula, mientras que las hembras no la poseen o se distingue muy poco. Su reproducción ocurre de enero a mayo. La puesta es de 3 a 5 huevos cuya incubación dura



Amazona albifrons, Loro frente blanca, White-fronted Amazon

alrededor de 24 días. Se alimenta de los frutos de mango, papaya y los granos de maíz y sorgo, además de frutos de *Ficus spp.*, *Inga spp.* y *Spondias spp.*

Aratinga Nana, Aratinga pechisucia, Olive-throated Parakeet.

DISTRIBUCIÓN.

Ampliamente distribuido por Centroamérica (desde México a Panamá) y algunas islas caribeñas (Islas Caimán, Jamaica y La Española). En México, desde el centro-este de Tamaulipas, al sur en Veracruz, norte de Oaxaca y Chiapas, Tabasco, Campeche, y la Península de Yucatán.

HÁBITAT.

Habita áreas boscosas o parcialmente taladas, bordes de selva mediana caducifolia, subcaducifolia y selva alta perennifolia, en zonas de matorral, plantaciones y cultivos de maíz. Es común observarlos volando aprisa sobre el dosel, en parejas o grupos de más de 50 individuos. Usa frecuentemente termiteros para su anidamiento.

DESCRIPCIÓN.

Mide de 20 a 26 cm de largo. Es de color verde, con el pecho de color oliva y las puntas de las alas azules; tiene un anillo periocular (alrededor del ojo) sin plumas, de color blanquecino. El pico es de color hueso y gris, y las patas son de un tono gris rosado. Posee una larga y puntiaguda cola. Pesa alrededor de 76 g. No presenta dimorfismo sexual. Ubican sus nidos en huecos en termiteros arbóreos, donde ponen de 3 a 4 huevos. Se reproducen durante la estación seca y comienzos de la lluviosa.



Aratinga nana, Aratinga pechisucia, Olive-throated Parakeet

CAPITULO VI

VI. ESTIMACION DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

VI.1 INVENTARIO DE LA VEGETACIÓN

El trabajo para levantar la información en campo se realizó durante tres meses (mayo, junio, julio). Durante la primera visita al área del proyecto se realizaron recorridos de reconocimiento donde se levantó la información de los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación presente (estudio prospectivo), de igual manera se delimitó en cartografía.

Durante las visitas posteriores se realizaron las mediciones de los árboles y arbustos que se verán afectados con la construcción del proyecto en las áreas con vegetación forestal; las mediciones se llevaron a cabo en arbolado con diámetros mayores o iguales a 5 cm, se tomó lecturas por individuo y por especie, como diámetro normal (D.A.P. a 1.30 m desuelo) con apoyo de forcípulas o flexómetros y la altura total de cada individuo con ayuda de clinómetros-SUNNTO; a la vegetación arbustiva, suculentas y renuevos con diámetros menores de 5 cm (D.A.P.) se tomó su altura total y diámetro de copa o ancho de copa. Cabe señalar que para el cálculo de volumen R.T.A. se tomaron los diámetros y alturas en clases diamétricas y clase de altura respectivamente, posteriormente se realizó el cálculo del volumen total árbol (VTA).

VI.1.1 Densidad de plantas por hectárea.

Para este punto se llevó a cabo un muestreo para estimar el número de individuos existentes y la cantidad de volumen a remover en la selva mediana subperennifolia a lo largo y ancho del

proyecto con sus obras de la superficie forestal las cuales presentaron variaciones en cuanto a densidades en el arbolado, arbustos y densidades de sotobosque o estrato herbáceo. A continuación se describen las densidades encontradas en el tipo de vegetación y/o comunidad vegetal para el proyecto.

a).- *Densidad de individuos por hectárea*

TIPO DE VEGETACIÓN	DENSIDAD INDIVIDUOS / HECTÁREA
Selva mediana sub-perennifolia	1486 ind. / ha

Para el área destinada para el predio en estudio

Cabe señalar que en el número de individuos por hectárea se consideran desde árboles, arbustos y renuevo.

VI.1.2 Cobertura de copas.

Con las lecturas del diámetro de las copas tomadas para este tipo de vegetación se determinó la cobertura de las densidades encontradas, registrándose para este tipo de vegetación y /o comunidades la siguiente densidad.

TIPO DE VEGETACIÓN	Coberturas de copa %
Selva mediana sub-perennifolia	80 - 90

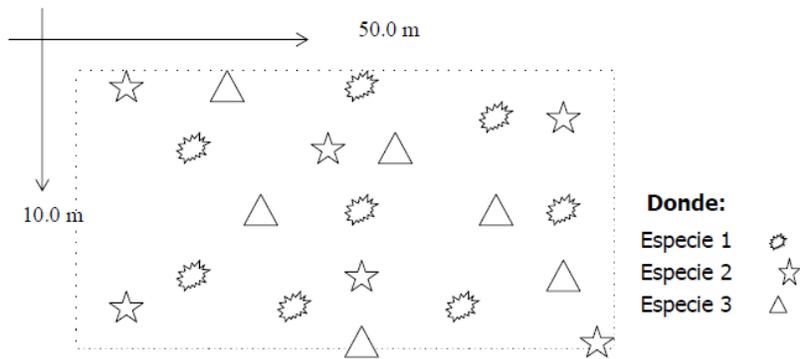
Para el área destinada para el predio en estudio

VI.2 SISTEMA DE MUESTREO.

El sistema de muestreo utilizado fue aleatorio en sitios rectangulares. En la superficie forestal se levantó información dasométrica para este tipo de vegetación y/o comunidad vegetal tomando como referencia los límites del predio, de esta manera tenemos que en áreas que sustentan vegetación forestal dentro del derecho de vía, se levantaron sitios rectangulares de 500 m² (10 m x 50 m).

Para el registro de información levantada se utilizaron formatos elaborados para éste proyecto, formatos que contienen información necesaria para fines de este documento, donde solo se tomó datos de diámetro y altura de los individuos presentes donde se levantaron los sitios de muestreo, así como el porcentaje de cubierta de sotobosque, otros datos del medio ambiente se tomaron en forma general de acuerdo a la experiencia del equipo que participó, complementando posteriormente en gabinete con material bibliográfico y bancos de información científica consultadas en forma electrónica.

El procedimiento empleado para la colecta de la información forestal en campo fue de la siguiente manera, se levanto la información forestal en tres sitios rectangular siguiendo la técnica de Canfiel con una franja de medición de 10 x 50 m (500 m²) y cuantificando toda la vegetación presente dentro de esta zona y se prosiguió a la medición del arbolado, cuantificando cada especie, árbol o arbusto y tomando su lectura en clase diamétrica, de su diámetro a la altura de pecho y la altura en metros de cada uno de estos. (Figura VI.1).



Esquema general del muestreo forestal

VI. 2.1 REGISTRO DE VARIABLES.

Se utilizaron formatos previamente elaborados donde los atributos que se consideraron son: Nombre común, Diámetro a la altura del pecho y Altura total. Aquellas especies que por sus características de crecimiento fue prácticamente imposible determinar un volumen forestal, solamente fueron contabilizadas y registradas en los formatos de campo. Las variables registradas en el muestreo forestal fueron las siguientes:

- Número de árbol.- Siguiendo la dirección de Oeste-Este en dirección del caminamiento de manera de sic sac, a partir del Norte del área muestreada, se asigno un número correlativo a cada uno de los árboles.
- Especie.- Se anotó el nombre común de cada árbol, asignándole la palabra desconocido cuando no fue posible identificarlo al momento del registro.
- Nombre científico.- Se anotó el género de la especie de cada árbol, con el objeto de validar posteriormente la captura de información.
- Diámetro.- Utilizando una cinta diamétrica, se midió el diámetro a 1.30 m de la altura del árbol, lo que se conoce comúnmente como diámetro normal (DN) o diámetro a la altura de pecho (DAP).

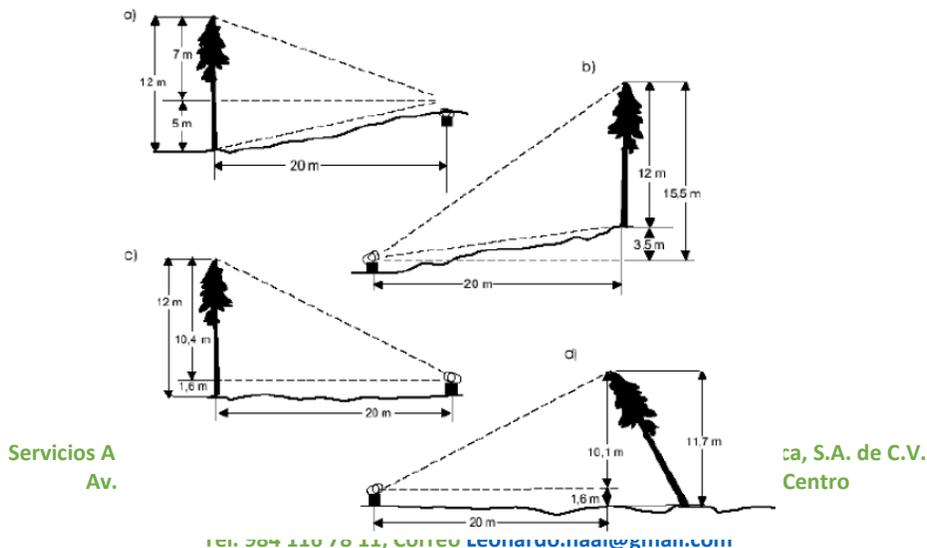
- Altura de fuste limpio.- Se midió la altura del fuste limpio comercial (donde inicia la primera rama principal) con una vara telescópica de 16 metros graduada en escala de decímetros.
- Altura total.- Se midió desde la base del árbol, hasta la punta de la copa, incluyendo ramas muertas. Para árboles con inclinación.
- Sanidad: El estado fitosanitario del arbolado se determinó a simple vista, considerando tres categorías, dependiendo de la gravedad del daño. De esta manera, se calificó con 1 a los individuos sanos; con 2 a los árboles medianamente sámagos, huecos o con cocay; y con 3 a los individuos muy sámagos, huecos o con abundante presencia de cocay.
- Condición.- Indica la condición del individuo y se codifica con base en: Árbol vivo y árbol muerto en pie.

VI. 2.2 Equipo utilizado.

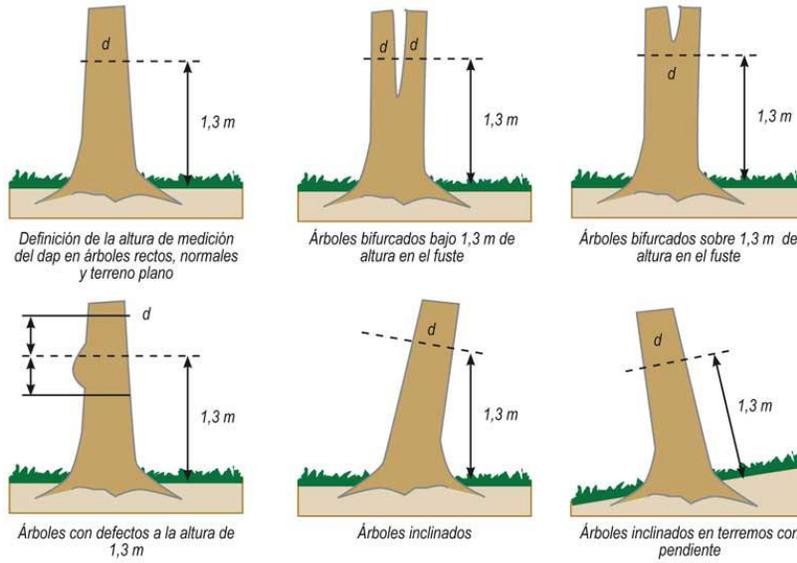
Para la realización de la toma de datos se utilizó el siguiente equipo y materiales:

- Clinómetro
- Vara telescópica
- forcípula
- Machete
- Geoposicionador satelital (Magellan CX submétrico)
- Cámara fotográfica digital
- Libreta de campo
- Lápices de grafito
- Crayones industriales

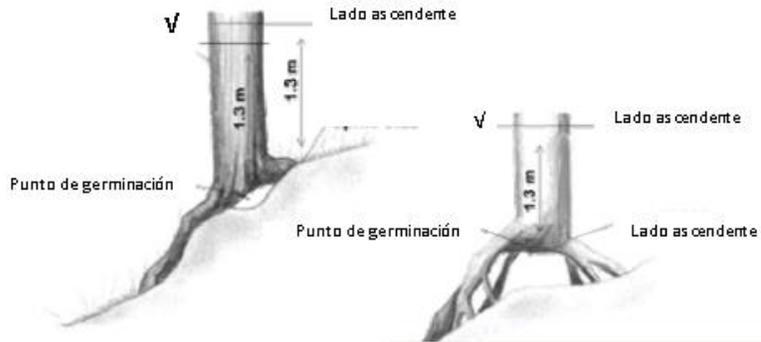
Las siguientes fotografías muestran las actividades de la toma de datos y los ejemplares registrados durante la realización del censo forestal.



Calculo de la altura de un árbol.



Consideraciones tomadas para la aproximación de la medida del diámetro D.A.P. (1.30 m).



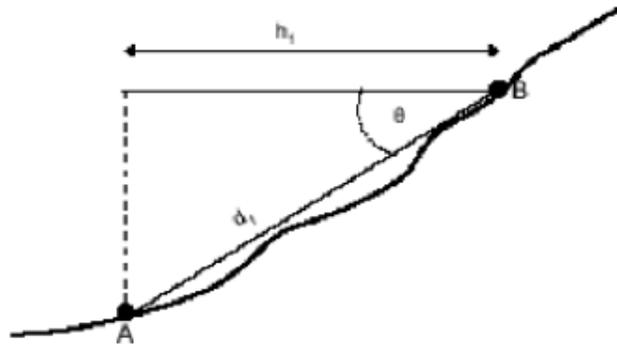
Medición del DAP de un árbol en terreno inclinado y medición en un árbol con contrafuertes.



Forcípula utilizada para la medición del diámetro.

VI.3 ESQUEMA DE MUESTREO.

Se realizó un muestreo de vegetación, realizando el levantamiento en sitios rectangulares de 10 x 10 m (100 m²) para la zona de selva mediana subperennifolia, cabe señalar que en la superficie que comprenden áreas con vegetación donde se realizó el levantamiento de información forestal se registró la cobertura de copa por individuo, así como su diámetro (D.A.P.) y su altura total. Durante estas visitas se localizaron los límites del predio con vegetación forestal, motivo de este estudio.



Corrección de pendiente.

Nota: La distancia entre dos puntos, medida a lo largo de una pendiente (d_1) siempre es mayor que una distancia horizontal equivalente (h_1). En terreno inclinado, la distancia horizontal debe multiplicarse por un factor que corresponde a la inclinación a fin de obtener la distancia correcta. θ es el ángulo entre la horizontal y la recta A-B; $d_1 = h_1 / \cos(\theta)$.

VI.3.1 Tamaño de la muestra.

La superficie total del proyecto en estudio corresponde a 30,824.05 m², la información dasométrica se levantó en una superficie de 11,000 m² y la totalidad de la superficie a remover corresponde a (4,470 m²). La distribución del conteo por tipo de vegetación y/o comunidad se realizó de la siguiente manera.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

Para el caso de las áreas forestales que se verán afectadas con la construcción del proyecto, se levantó la información en sitios rectangulares de dimensiones fijas de 500 m² (10 x 50 m) y con el tipo de muestreo estratificado o dirigido, cuantificando toda la vegetación presente en las 11,000 m², lo cual corresponden a una intensidad de muestreo de 35.25%.

VI.3.1.1 Intensidad de muestreo.

La intensidad de muestreo para este proyecto se realizó tomando como referencia la superficie total de este tipo de vegetación y/o comunidad vegetal y que requiere autorización de cambio de uso del suelo y la superficie donde se levantó la muestra para el proyecto, siendo de la siguiente manera

TIPO DE VEGETACIÓN Y/ O COMUNIDAD VEGETAL	SUPERFICIE TOTAL (HA)	NUMERO DE SITIOS	SUPERFICIE MUESTREADA	INTENSIDAD DE MUESTREO
Selva mediana subperennifolia	3.08 ha	22 sitios	1.10 ha	35.25 %

Superficie de muestreo

SITIOS	X	Y
1	466974	2259509
2	466947	2259492
3	466919	2259474
4	466892	2259456
5	466945	2259549
6	466917	2259531
7	466890	2259514
8	466964	2259496
9	466921	2259581
10	466844	2259564
11	466867	2259546
12	466840	2259529
13	466891	2259622
14	466864	2259604
15	466837	2259587
16	466810	2259569

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

17	466867	2259655
18	466840	2259638
19	466813	2259620
20	466786	2259603
21	466836	2259696
22	466809	2259679

Coordenadas sitios de muestreo UTM 16

VI.3.2 Especies forestales a afectarse.

Las especies arbóreas y arbustivas a afectarse con la construcción del proyecto en estudio son las siguientes; en primer término: Albizia tomentosa, Bursera simaruba, Byrsonimabucidaefolia, Cordiaalliodora, Cordiadodecandra, Diospyrostetrasperma, Ficus cotinifolia, Gymnopodiumfloribundum, Lysilomalatisiliquum, Manilkarazapota, Metopiumbrownei, Neeachoriophylla, Piscidiapiscipula, Thouiniapaucidentata, Vitexgaumeri, Chamaedoreaseifrizii, Coccothrinaxreadii finalmente Thrinax radiata.

VI. 3.3. Estimación de volumen de materias primas forestales.

Considerando que en la zona norte del Estado de Quintana Roo no contamos con tablas de volúmenes que permitan calcular de manera adecuada el volumen rollo total árbol de las especies existentes en los diferentes ecosistemas, se optó por utilizar la fórmula general de un cilindro para realizar el cálculo del volumen de materias primas forestales. Lo anterior considerando que el fuste de los árboles generalmente se asemeja a un cilindro medido a una cierta altura, corrigiendo el error con un coeficiente de forma o "coeficiente mórfico". La fórmula empleada es la siguiente:

$$V.R.T.A = \frac{3.1416 \times (Dap) \times ht \times f}{4}$$

Donde:

V.R.T.A = Volumen Rollo Total Árbol en metros cúbicos

Dap = Diámetro normal ó Diámetro a la altura del pecho

ht = Altura total del árbol

hc = Altura de fuste limpio ó altura comercial

f = Coeficiente mórfico o factor de forma

Nota: el coeficiente de forma utilizado para los cálculos realizados varía de acuerdo a la especie y va desde 0.6 hasta 0.8.

Para la estimación del volumen comercial o de fuste limpio únicamente se substituyó en la fórmula original antes descrita el dato de Altura total (ht) por la de Altura Comercial o de fuste limpio (hc), así mismo cabe destacar que se consideraron los individuos que son utilizados en la región para la construcción de palapas y otras construcciones rústicas denominadas palizada. Con los datos obtenidos mediante el censo forestal realizado, se generó una base de datos con el software Infostat versión 2011. Dicha base de datos se adjunta en el apartado de anexos del presente documento, así como el archivo electrónico en el CD adjunto.

VOLUMEN TOTAL ARBOL.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

$$VTA = V.R.T.A * FACTOR (1.4)$$

En la siguiente tabla se presentan las estimaciones de la Densidad, Área Basal, Volumen Rollo Total Árbol y Volumen Comercial o de fuste limpio por hectárea de cada una de las especies registradas, así con las obtenidas en el muestreo forestal.

Los parámetros estimados por unidad de superficie (hectárea) para el Área Basal, Volumen Rollo Total Árbol, Volumen Comercial o de fuste limpio de cada uno de las especies registradas en el muestreo forestal se presentan en la siguiente tabla:

Nombre científico	Individuos/ha	Área basal (m ²)/ha	Vol.R.T.A (m ³)/ha	VTA (m ³)/ha	Volumen total de la superficie para el CUSTF (0.447 Ha) (m ³ V.T.A.)
<i>Cordia alliodora</i>	8.2	0.050	0.312	0.437	0.195339
<i>Bursera simaruba</i>	37.3	0.476	2.398	3.357	1.500579
<i>Caesalpinia mollis</i>	10.9	0.677	5.312	7.437	3.324339
<i>Metopium brownei</i>	32.7	2.901	27.400	37.862	16.924314
<i>Cordea dodecandra</i>	12.7	0.358	2.300	3.221	1.439787
<i>Platymiscium yucatanum</i>	5.5	0.079	0.603	0.844	0.377268
<i>Talisia olivaeformis</i>	54.5	0.908	4.671	6.539	2.922933
<i>Pouteria campechiana</i>	80.9	2.137	13.222	18.511	8.274417
<i>Licaria peckii</i>	15.5	0.291	1.526	2.136	0.954792
<i>Nectandra coriacea</i>	5.5	0.017	0.056	0.079	0.035313
<i>Neea choriophylla</i>	104.5	1.335	7.322	10.251	4.582197
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	32.7	0.801	4.917	6.884	3.077148
<i>Manilkara zapota</i>	100.9	1.935	11.261	15.766	7.047402
otras especies	156.4	1.34	6.685	9.359	4.183473
<i>Gliricidia sepium</i>	9.1	0.230	1.542	2.159	0.965073
<i>Coccoloba spicata</i>	63.6	0.730	3.580	5.012	2.240364
<i>Sabal japa</i>	91.8	0.309	1.410	1.974	0.882378
<i>Coccothrinax readii</i>	124.6	0.035	0.089	0.125	0.055875
<i>Simarouba glauca</i>	8.2	0.203	0.942	1.319	0.589593
<i>Albizia tomentosa</i>	35.5	0.412	2.026	2.837	1.268139
<i>Vitex gaumeri</i>	28.2	1.924	14.544	20.362	9.101814
<i>Thevetia gaumeri</i>	8.2	0.062	0.358	0.501	0.2240364
<i>Thrinax radiata</i>	154.5	0.003	0.003	0.004	0.001930268
<i>Swartzia cubensis</i>	20.0	0.312	1.739	2.435	1.088445
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	4.5	0.020	0.086	0.12	0.05364
<i>Ficus cotinifolia</i>	19.1	1.157	9.764	13.671	6.110937

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
 lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

<i>Brosimum alicastrum</i>	37.3	1.511	10.873	15.223	6.804681
<i>Diospyros tetrasperma</i>	15.5	0.214	1.195	1.673	0.747831
<i>Cordia dodecandra</i>	3.6	0.036	0.213	0.298	0.133206
<i>Guettarda combsii</i>	5.5	0.125	0.997	1.395	0.623565
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	9.1	0.102	0.555	0.777	0.347319
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	4.5	0.096	0.552	0.772	0.345084
<i>Eugenia axillaris</i>	30.9	0.281	1.112	1.557	0.695979
<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.9	0.010	0.068	0.095	0.042465887
<i>Bauhinia erythrocalyx</i>	9	0.058	0.373	0.521	0.232887
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	1.8	0.007	0.031	0.044	0.019668
<i>Gymnopodium floribundum</i>	5.4	0.042	0.191	0.266	0.118902
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1.8	0.009	0.044	0.061	0.027267
<i>Thouinia paucidentata</i>	2.7	0.082	0.558	0.781	0.349107
<i>Swartzia cubensis</i>	0.9	0.029	0.137	0.192	0.08578967
<i>Plumeria obtusa</i>	3.6	0.110	0.273	0.383	0.171201
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	33.6	0.005	0.014	0.019	0.008578967
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	2.7	0.127	0.925	1.295	0.578865
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2.7	0.032	0.187	0.262	0.117114
<i>Bromelia karatas</i>	4.5	0.000	0.000	0.000	0
<i>Jatropha gaumeri</i>	0.9	0.000	0.000	0.000	0
<i>Acacia conigera</i>	1.8	0.004	0.01	0.013	0.005811
<i>Malvaviscus arboreus</i>	5.5	0.000	0.000	0.000	0.000214474
<i>Randia obcordata</i>	7.3	0.048	0.244	0.342	0.152874
<i>Ficus cotinifolia</i>	2.7	0.212	1.346	1.884	0.842148
<i>Piscidia piscipula</i>	18.2	0.974	7.580	10.612	4.743564
<i>Thouinia paucidentata</i>	31.8	0.507	2.297	3.215	1.437105
<i>Krugiodendron ferreum</i>	7.3	0.098	0.565	0.791	0.353577
<i>Malmea depressa</i>	7.3	0.021	0.104	0.145	0.064815
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1.8	0.004	0.013	0.018	0.008046

CAPITULO VII

VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

La definición de Cambio de Uso de Suelo (CUS) en terrenos forestales es la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales (Art. 7 de la LGDFS).

Como lo establece el reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal vigente en su artículo 58 fracción I, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, es la dependencia que corresponde otorgar el permiso de cambio de uso del suelo en terreno forestal y en materia ambiental, y para ello se hace necesario la presentación de un Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad "A", que será revisado por esta dependencia, una vez que los interesados en obtener el permiso hayan entregado este documento en la SEMARNAT, deberán esperar un plazo pertinente para que se les dé una respuesta de parte de la dependencia que dictaminará este Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad "A" para cambio de uso del suelo en terreno forestal.

En la siguiente tabla se indica los plazos para la ejecución del cambio de uso del suelo en terreno forestal del proyecto "Lotificación del Predio San Martín":

ACTIVIDADES		BIMESTRES														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Estudio y caracterización de flora y fauna	■	■													
2	Elaboración del documento y autorización del Cambio de Uso de Suelo			■	■	■										
3	Lotificación								■	■	■	■				
4	Rescate de flora y fauna						■	■	■	■	■	■				
5	Desmonte y despalme								■	■	■	■	■			
6	Desrame, rescate de productos forestales											■	■	■	■	
7	Reforestación y monitoreo de las áreas reforestadas													■	■	■

Programa de trabajo para la ejecución del cambio de uso del suelo en terreno forestal.

Estudio y caracterización de flora y fauna. Previo a la elaboración de documento del cambio de uso de suelo, se caracterizará la flora y fauna existente en el predio donde se realizará el proyecto "Lotificación del Predio San Martín".

Trazo topográfico para la Lotificación. Una vez que se cuenta con los permisos y licencias correspondientes, se procede a realizar la lotificación en el terreno. En esta actividad participa una brigada de topógrafos conformada cuando menos por 5 personas.

Rescate de flora y fauna. Previo a la apertura de vialidades, se contempla el rescate de las plantas sanas y vigorosas que se encuentren en el área de desmonte de éstas. Para esto se aplicará un Programa de rescate de la flora y fauna, cuya finalidad es el salvaguardar a las especies en general y de manera especial a las catalogadas en algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y así asegurar su protección y conservación. Las plantas rescatadas se colocarán dentro del predio instalándose un vivero provisional destinado para el cuidado de las plantas rescatadas donde permanecerán hasta su reubicación en los sitios definitivos. La fauna que se llegue a capturar será reubicada a sitios aledaños, aunque de manera natural, esta tiende a desplazarse a dichas zonas.

Apertura de vialidades y construcción de infraestructura. Una vez realizado el rescate de flora y fauna, se abrirán las vialidades internas del proyecto, y posterior a ello, se comenzará con la construcción de las mismas.

Desmonte y despalme. Esto se llevará a cabo posterior a la apertura de vialidades. Ya contando con la Lotificación del predio, se desmontará la superficie destinada dentro de cada lote, para ello se realizará también el rescate de flora, la cual se ubicará de manera temporal en el vivero provisional. Se utilizará trabajo manual para las especies de tamaño menor, y los árboles con maquinaria pesada.

Ejecución de los trabajos. Se realizará la limpieza general del área y posteriormente el despalme y desmonte, removiendo la vegetación y la primera capa del sustrato. Para realizar lo anterior se utilizará un tractor D-8 capaz de remover la capa vegetal desde la raíz. Esta actividad será apoyada con personal equipado con herramienta manual para realizar el desmonte fino. Los residuos vegetales y de despalme (piedras y tierra) generados serán segregados y acumulados en un extremo adyacente al área de afectación, dentro del predio, hasta su disposición final. Las piedras obtenidas de esta manera podrán servir para las actividades posteriores de cimentación.

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

C. Forma de manejo, traslado y disposición final de material de desmonte. Los residuos vegetales generados se acumularán temporalmente en el área afectada, dentro del terreno, hasta finalizar la fase de despalme. Estos residuos serán trozados (los troncos y ramas mayores) con ayuda de herramienta manual. Se mantendrán separados de otros tipos de residuos y se trasladarán al relleno sanitario para su disposición final mediante camiones de volteo de 3-4 m³. Con ayuda de cargador frontal o retroexcavadora, serán

apilados en los transportes para evitar caídas durante el traslado y para optimizar el espacio de carga. Este material removido deberá cubrirse durante su traslado a través de lonas para evitar su dispersión.

El material residual de despalme se separa y clasifica para el aprovechamiento de los materiales pétreos en labores de nivelación y la tierra vegetal mediante cernido para que se utilice en el vivero temporal, durante la reforestación y jardinería.

D. Sitios establecidos para la disposición de los materiales excedentes. Los residuos vegetales generados serán trasladados al relleno sanitario o en donde la autoridad competente lo dictamine. Los excedentes del despalme, que no resulten útiles para cimentación, se retirarán del sitio disponiéndolos en otras obras que requieran rellenos previos.

REFORESTACIÓN Y JARDINERÍA. Se recomienda utilizar las plantas rescatadas en el área de CUS en las labores de reforestación y jardinería en las áreas verdes de este proyecto.

En resumen, el CUS contempla: la limpieza del sitio que consistirá en la eliminación de la cobertura vegetal herbácea, arbustiva y arbórea, empleando equipo manual y posteriormente empleando equipo pesado. Posteriormente se llevara a cabo el despalme del terreno que se realiza de igual manera con maquinaria pesada para desalojar la tierra y piedras dentro del predio.

Es importante recalcar, que los daños y perjuicios en propiedad ajena y al impacto ambiental, ocasionados por trabajos de desmonte ejecutados indebidamente, fuera del área solicitada para CUS serán responsabilidad del contratista. Para prevenir se plantea ejecutar el procedimiento de desmonte direccionado del arbolado y además se deberá contratar los servicios de un supervisor ambiental para la vigilancia ambiental correspondiente.

CAPITULO VIII

VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRAGILES

De acuerdo con el Artículo 2, fracción XXXV del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que establece: *"XXXV. Tierras Frágiles aquellas, que ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal natural."*

Asimismo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales señala que el concepto de tierra incluye a muchos otros componentes, además del suelo. Se define como "el área específica de la corteza terrestre con características particulares de atmósfera, suelo, geología, hidrología y biología, así como los resultados de la actividad humana pasada y presente en esa área y las interacciones entre todos estos elementos" (cita en: www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/.../pdf/cap_3_suelos.pdf). En este mismo sentido, también es importante mencionar que la FAO (www.fao.org/noticias/2002/020205-s.htm) menciona que las tierras frágiles ocurre en aquellas que reciben de 100 a 1,000 milímetros anuales de lluvia.

Tomando como base la cartografía del INEGI, que rige actualmente la clasificación de los suelos en México y la única disponible, a escala de 1:250,000 y en el cual se reconoce la siguiente asociación de suelo para el proyecto: Leptosol lítico+Leptosol réndzico (LPk+LPq), equivalentes a Litosol más Rendzinas de textura media y el cual se describe a continuación.

El territorio del municipio de Solidaridad en la mayor parte de su superficie continental presenta suelo de tipo Litosol como suelo primario, mientras que en la porción Oriental, donde existen ecosistemas costeros y de manglar, los suelos primarios presentes son Litosol con Rendzina, Solonchak órtico, Solonchak gléyico, Gleysol mólico y Regosol calcárico. De acuerdo con la caracterización ambiental de Solidaridad, el 85.92% de la superficie del municipio presenta un suelo primario de Litosol, del cual el 82.57% tiene suelo secundario de Redzina de clase textural media (I+E2); las Redzinas como suelos primarios ocupan una superficie del 12.96%, el Solonchak el 0.88%, el Regosol el 0.17% y el Gleysol 0.08%.

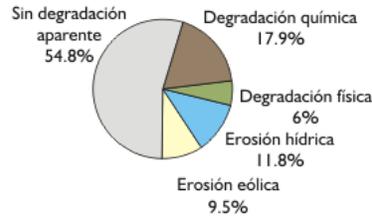
Con base en el INEGI, el área de estudio tiene un suelo primario de Rendzina con un suelo secundario de Litosol de clase textural FINA y una fase lítica (E+I/3/L), y presencia de solonchak gléyico con una clase textural media y una fase sódica (Zg+Gm/2/N).

En cuanto a los grados de erosión que se presentan el predio se encontró la siguiente referencia bibliográfica que habla de la erosión hídrica y eólica que se presenta en la República mexicana siendo la península de Yucatán donde se registran los índices de erosión más bajos tal y como se informa a continuación:

En México las primeras estimaciones de la magnitud de la degradación de los suelos del país se remontan a mediados de los 1940's. Los primeros trabajos se enfocaron sólo a estimar la erosión, utilizaron métodos heterogéneos, con insuficiente trabajo de campo y, por tanto, llevaron a resultados muy divergentes. Los esfuerzos más recientes comenzaron en los 1990's y han incluido no sólo la erosión sino también los varios procesos, particularmente aquellos relacionados con las actividades humanas, que conducen a la degradación del suelo. En 1997, la SEMARNAP produjo una carta escala 1:4 000 000 como resultado de la Evaluación Nacional de Degradación de Suelos. Esa carta fue luego utilizada como la base para obtener una evaluación más detallada (a escala 1:1 000 000) en 1999, que mostró que el 64% de los suelos del país estaban afectados por varios tipos y niveles de degradación y que sólo el 23% del país estaba ocupado por suelos que, de manera estable, sostenían actividades productivas, sin degradación aparente. Aunque la evaluación de 1999 aportó información muy valiosa, su pequeña escala la hacía inadecuada para la toma de decisiones y para diseñar programas de manejo o de restauración de suelos. Por esta razón, en 2001-2002, y como parte del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, la SEMARNAT comisionó la realización de una evaluación exhaustiva y más detallada (escala 1:250 000) de la degradación de los suelos inducida por el hombre.

En la degradación de suelos se reconocen dos procesos: 1) el que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y la eólica y 2) el que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo, tal como la degradación química y la biológica (física). La erosión hídrica es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua, dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial. Este tipo de erosión presenta dos modalidades, la primera con pérdida de la capa superficial, que ocurre cuando el agua fluye en forma más o menos homogénea por una zona arrastrando la capa superior del suelo que es la que contiene más nutrientes y materia orgánica, reduciendo su fertilidad. La segunda se presenta cuando el flujo del agua se concentra en un cauce donde la erosión es más rápida, de modo que va abriendo una zanja cada vez más profunda, conocida como "cárcava", en cuyo caso se dice que hay deformación del terreno. De acuerdo a un estudio realizado por la SEMARNAT y el Colegio de Posgraduados sobre la Evaluación de la degradación de los suelos, elaborado en el 2003, publicado en la página de SEMARNAT se establece que en el estado de Quintana Roo, no existe Erosión Hídrica.

Figura 3.7 Principales procesos de degradación de suelos en México, 2002



Fuente: Semarnat. Colegio de Postgraduados. Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México, 2003.

Figura 1. Principales procesos de degradación de los suelos en México.



Figura 2. Erosión hídrica de según México.

Tabla 3.1 Erosión hídrica actual por entidad federativa, 2002

Entidad federativa	Erosión hídrica actual					
	Deformación del terreno		Pérdida del suelo superficial		Superficie estatal afectada	
	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)
Aguascalientes	20 465	3.68	112 505	20.21	132 971	23.88
Baja California	3 136	0.04	4 203	0.06	7 339	0.10
Baja California Sur	1 065	0.02	1 188	0.02	2 253	0.03
Campeche	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Chiapas	42 903	0.58	325 862	4.43	368 764	5.01
Chihuahua	35 428	0.14	2 925 502	11.84	2 960 930	11.99
Coahuila	109 326	0.73	497 143	3.30	606 468	4.03
Colima	5 811	1.04	113 461	20.32	119 273	21.36
Distrito Federal	752	0.51	16 259	11.01	17 010	11.52
Durango	208 898	1.71	2 611 398	21.38	2 820 297	23.09
Guanajuato	105 375	3.47	605 018	19.94	710 394	23.41
Guerrero	351 919	5.53	1 652 607	25.99	2 004 527	31.53
Hidalgo	10 938	0.53	121 750	5.89	132 688	6.41
Jalisco	183 615	2.35	1 736 571	22.27	1 920 186	24.62
México	160 306	7.22	388 710	17.50	549 017	24.72
Michoacán	245 194	4.20	1 303 496	22.34	1 548 691	26.54
Morelos	12 506	2.57	52 028	10.67	64 534	13.24
Nayarit	5 052	0.18	486 318	17.57	491 369	17.76
Nuevo León	103 224	1.62	568 464	8.94	671 688	10.56
Oaxaca	232 105	2.51	1 443 216	15.60	1 675 321	18.11
Puebla	106 379	3.12	233 962	6.86	340 341	9.99
Querétaro	11 614	1.00	151 591	13.12	163 205	14.12
Quintana Roo	0	0.00	0	0.00	0	0.00
San Luis Potosí	80 292	1.33	355 451	5.87	435 743	7.20
Sinaloa	42 172	0.77	827 323	15.06	869 495	15.82
Sonora	162 450	0.90	2 157 706	11.96	2 320 156	12.86
Tabasco	592	0.02	56 559	2.30	57 151	2.33
Tamaulipas	120 321	1.56	498 290	6.47	618 611	8.03
Tlaxcala	21 239	5.35	51 461	12.96	72 701	18.31
Veracruz	2 933	0.04	57 381	0.81	60 314	0.85
Yucatán	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Zacatecas	290 611	3.89	760 137	10.19	1 050 748	14.08
Nacional	2 676 622	1.38	20 115 562	10.38	22 792 184	11.77

Fuente: Semarnat. Colegio de Postgraduados. Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México, 2003.

Erosión suelos nivel en

Cuadro 1. Erosión hídrica en México

Cuando el viento es el agente que provoca la erosión, ésta se conoce como erosión eólica y afecta poco más del 9% del territorio nacional (17.6 millones de hectáreas). Los estados con la mayor proporción superficial afectada son: Tlaxcala (26.1%), Chihuahua (25.9%) y Nuevo León (18.87%) (Cuadro 2). Los estados que no registran este tipo de erosión son: Campeche, Chiapas y Tabasco. Este tipo de erosión se presenta sobre todo en las zonas secas del norte del país, aunque se encuentran también pequeñas áreas dispersas a lo largo de todo el territorio nacional (Cuadro 1), es nula o indetectable en aquellos lugares con abundante vegetación y donde la velocidad del viento es muy baja, como en una gran porción del estado de Chiapas, hacia las áreas selváticas de la península de Yucatán, en una franja desde los Chimalapas en Chiapas hasta la región de la Huasteca Potosina, en la región de El Cielo en Tamaulipas y la Sierra de Nayarit principalmente.

Tabla 3.2 Erosión eólica actual por entidad federativa, 2002

Entidad federativa	Erosión eólica actual					
	Deformación del terreno		Pérdida del suelo superficial		Superficie estatal afectada	
	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)
Aguascalientes	0	0.00	69 350	12.45	69 350	12.45
Baja California	0	0.00	20 371	0.28	20 371	0.28
Baja California Sur	0	0.00	84 334	1.22	84 334	1.22
Campeche	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Chiapas	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Chihuahua	0	0.00	6 401 006	25.91	6 401 006	25.91
Coahuila	30 013	0.20	2 052 245	13.64	2 082 258	13.84
Colima	0	0.00	15 523	2.78	15 523	2.78
Distrito Federal	0	0.00	2 283	1.55	2 283	1.55
Durango	470	0.00	2 113 867	17.31	2 114 337	17.31
Guanajuato	0	0.00	247 150	8.14	247 150	8.14
Guerrero	0	0.00	54 803	0.86	54 803	0.86
Hidalgo	2 536	0.12	111 764	5.40	114 301	5.53
Jalisco	0	0.00	209 082	2.68	209 082	2.68
México	0	0.00	106 964	4.82	106 964	4.82
Michoacán	0	0.00	187 491	3.21	187 491	3.21
Morelos	0	0.00	21 865	4.49	21 865	4.49
Nayarit	0	0.00	10 160	0.37	10 160	0.37
Nuevo León	0	0.00	1 200 395	18.87	1 200 395	18.87
Oaxaca	0	0.00	44 719	0.48	44 719	0.48
Puebla	43 805	1.29	289 448	8.49	333 252	9.78
Querétaro	0	0.00	83 801	7.25	83 801	7.25
Quintana Roo	0	0.00	0	0.00	0	0.00
San Luis Potosí	0	0.00	454 523	7.51	454 523	7.51
Sinaloa	2 732	0.05	23 459	0.43	26 191	0.48
Sonora	1	0.00	1 284 953	7.12	1 284 954	7.12
Tabasco	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Tamaulipas	0	0.00	1 045 691	13.58	1 045 691	13.58
Tlaxcala	0	0.00	103 742	26.13	103 742	26.13
Veracruz	0	0.00	48 863	0.69	48 863	0.69
Yucatán	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Zacatecas	4 950	0.07	1 205 734	16.16	1 210 685	16.22
Nacional	84 507	0.04	17 493 587	9.03	17 578 094	9.07

Fuente: Semarnat. Colegio de Postgraduados. Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México. 2003.

Cuadro 2. Erosión eólica actual por entidad federativa.

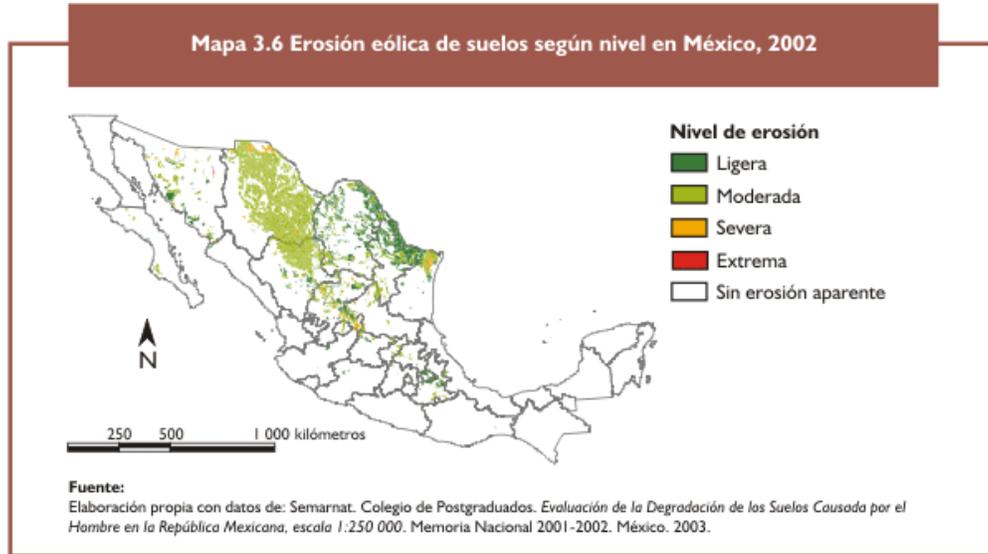


Figura 3. Erosión eólica de suelos según nivel en México.

La degradación química del suelo está muy asociada a la intensificación de la agricultura en los últimos años. En prácticamente todos los suelos del país que muestran degradación química ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes. La península de Yucatán (principalmente el estado de Yucatán) y amplias zonas de las planicies de Sinaloa y Tabasco muestran de manera importante este tipo de degradación.

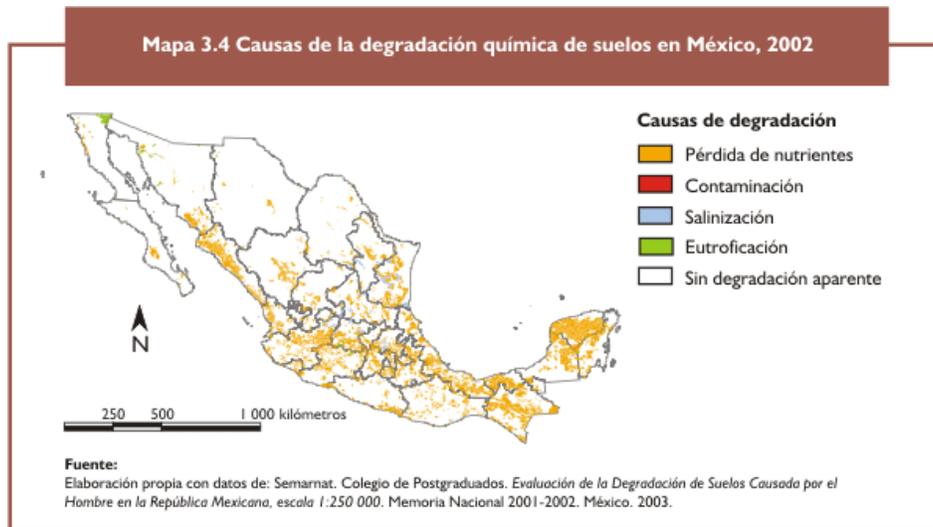


Figura 4. Causas de la degradación química de suelos en México.

En el estado de Quintana Roo, sin embargo solo esta reportada este tipo de degradación principalmente en las zonas agropecuarias de la parte centro sur del estado. Por último, la degradación física se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua. Esto ocurre cuando el suelo se compacta (por ejemplo, por el tránsito de vehículos o animales), se endurece (encostramiento) o es recubierto (urbanización). Aunque este tipo de degradación no afecta grandes extensiones del país, si es importante debido a su alto

impacto, ya que es un proceso prácticamente irreversible. La superficie afectada deriva en la pérdida de la función productiva de estos terrenos. Para el estado de Quintana Roo, esta degradación se da principalmente en las áreas Urbanas y en las Carreteras.

En la zona de predio donde se realizara el proyecto, las características de los suelos se han deteriorado debido al resultado de los impactos que se han generado por los huracanes resientes, y estas acciones pueden ocasionar el empobrecimiento del suelo al grado de generar cambios en la estructura de la vegetación con el consecuente desplazamiento de las especies arbóreas y la proliferación de especies arbustivas y herbáceas más adaptadas a suelos pobres, no obstante que este tipo de afectación podría estar dentro de la degradación química, parámetros no están tomados en cuenta dentro de dicha degradación. Así mismo debido a las actividades antropogénicas que se han dado en las inmediaciones del predio ya que el predio se encuentra en un área de crecimiento urbano debido a que el mismo se encuentra dentro del Programa de Desarrollo Urbano de la localidad de Akumal. Que debido a las características del proyecto que se pretende implementar, el cual corresponde a un proyecto urbano de bajo impacto, se puede determinar que la afectación se considerada como un proceso más de la degradación de los suelos; sin embargo se puede decir que no se realizaran actividades que generen su erosión, pero si se tiene una pérdida de suelo, debido a la nivelación, compactación y sellado de las áreas a construir, principalmente en el desplante de las áreas a lotificar, no obstante se puede decir que está perdida ya está considerada dentro de los criterios que se tomaron en cuenta para la elaboración de los mecanismos de ordenamiento que rigen la zona (el POEL- del Municipio de Solidaridad), como parte del desarrollo, cabe aclarar que el proyecto solo está afectando el 14.50 % de la superficie del predio, y se está dejando el 85.50 % como áreas de conservación. Por lo que dichas actividades no permiten la degradación de los suelos y seguirán manteniendo su función ecológica, el tipo de degradación que se presenta (degradación física), por esta razón no obstante que con el cambio de uso del suelo se está solicitando para un 14.50 % de la superficie.

Modelo de ecuación universal de pérdida de suelo.

En lo que se refiere a que no se provocara la erosión de los suelos, y de acuerdo a lo señalado en el capítulo IV y V del presente proyecto en donde se describe el tipo de suelo presente en la cuenca hidrológica forestal del área del proyecto y el correspondiente al sitio del presente estudio, y que de acuerdo a esa información se tiene que el tipo de suelo corresponde al Litosol con bajo porcentaje de materia orgánica, así mismo se tiene que el estado de Quintana Roo presenta un relieve casi plano con escasas pendientes (montañas y valles), dando como resultado un erosionabilidad muy escasa.

La erosión del suelo inducida es un fenómeno que se relaciona con las malas prácticas de manejo de los suelos. Una de las principales causas de la pérdida de suelo en los ecosistemas tropicales en general y en los de este municipio en particular, se debe a la eliminación de la cobertura vegetal. Por lo general, la exposición prolongada de los terrenos desmontados, facilitan el arrastre de las partículas del suelo hacia las partes más bajas. Por la predominancia de terrenos planos y permeables en la porción continental del municipio, es más probable la erosión hídrica vertical de los suelos que permanecen sin cubierta vegetal. De acuerdo con el programa de trabajo de este proyecto el desmonte previsto se restringe a la superficie de ocupación del proyecto, donde se ejecuta el despalme y el periodo de exposición del suelo antes del inicio de las actividades

establecidas en el cronograma presentado, por lo que no se considera que el riesgo de erosión del suelo sea significativo.

En cuanto a demostrar que no se provocara la erosión de los suelos mediante el modelo de ecuación universal de pérdida de suelos. Es importante aclarar que dicha ecuación está diseñada para estimar el grado de erosión en suelos destinados al uso agrícola y forestal en función de las diferentes prácticas de protección del suelo y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal a uso ecoturístico, no obstante se puede utilizar para calcular la erosión potencial. El Dr. Mario Martínez Méndez (2005) elaboró una fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos (E):

$E = R K L S C P$. Donde:

E= Erosión del suelo t/ha año

R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm /hr

K= Erosibilidad del suelo

LS= Longitud y grado de pendiente

C= Factor de vegetación.

P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad R se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para la región donde se ubica el predio es de 1463.75 mm que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo de acuerdo al siguiente mapa y tabla proporcionada por el autor es:

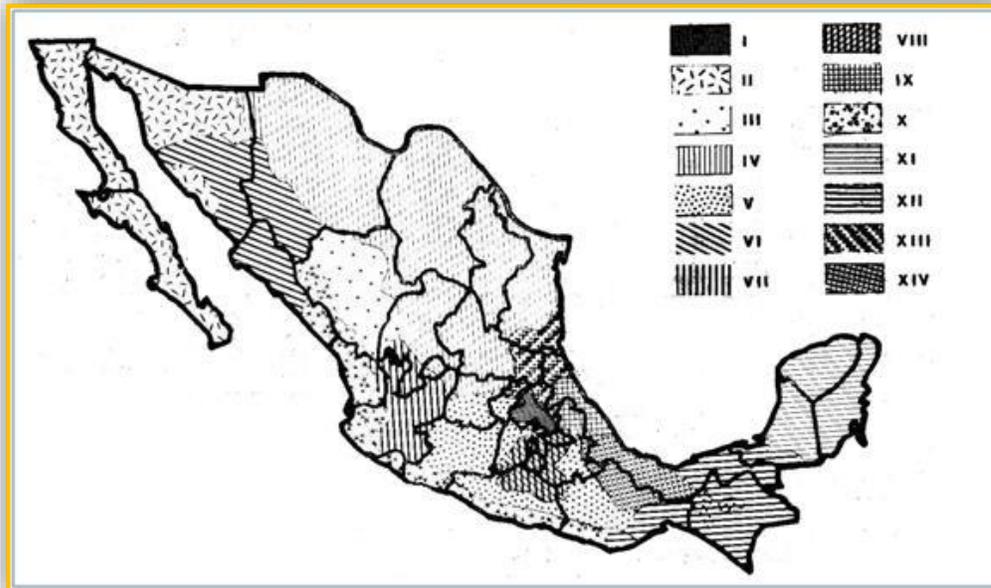


Figura 5.- Ecuaciones Cuadráticas para el Cálculo de Erosividad en la República Mexicana.

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

Regiones para Calcular la Erosividad en la República Mexicana		
Región	Ecuación	R2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8959P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.000188P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001168P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.006067P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

Para el caso de la Península de Yucatán en la que se sitúa la zona del proyecto, le corresponde la Región XI, con la ecuación $R = 3.7745P + 0.004540P^2$.

$$R = 3.7745 (1463.75) + .004540 (1463.75)^2$$

$$R = 5524.92 + 9727.24$$

$$R = 15252.16 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica que en el caso de la zona de estudio corresponde a suelos litosoles de textura media y poca materia orgánica.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de Erosionabilidad (K). Para el caso del predio y de acuerdo con información del INEGI, el suelo presente en el predio es una Rendzina y al consultar la guía para la interpretación de cartografía de edafología, señala que este tipo de suelo tiene una textura arcillosa; en la tabla de equivalencias porcentuales de materia orgánica en relación a la textura del suelo, indica que para la arcilla el porcentaje de materia orgánica es de 0.013 a 0.029 donde el valor de 0.013 es para los suelos con un porcentaje de materia orgánica mayor al 5% y 0.029 es el valor para los suelos con un porcentaje de materia orgánica menor al 5%.

En las condiciones del suelo del predio, el origen proviene de la caída y descomposición de las hojas y ramas, pero cuenta con una delgada capa en la que se mezcla humus y materia inorgánica producto de la descomposición de la materia orgánica, por lo que se recomienda considerar que el porcentaje de materia orgánica sea menor al 5%, en donde esto implica que el valor de K es de 0.029 conforme al cuadro siguiente.

Erosionabilidad de los Suelos (K) en Función de Textura y Contenido de Materia Orgánica			
Textura	Porcentaje (%) de Materia Orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 – 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena Fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy Fina	0.042	0.036	0.028
Arena Migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena Fina Migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy Fina Migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón Arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón Arenosa Fina	0.035	0.030	0.024
Migajón Arenosa muy Fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón Limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón Arcillo Arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón Arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón Arcillo Limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo Arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo Limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 – 0.029		

La longitud y grado de pendiente se estima a partir de la siguiente fórmula:

La pendiente del terreno en un punto dado, se refiere al ángulo que forma el plano horizontal con el plano tangente a la superficie del terreno en ese punto. Es, en definitiva, la inclinación o desnivel del suelo; En lugar de expresarla como un ángulo, es más interesante representar la pendiente del terreno como un valor de tanto por ciento. Esto se obtiene multiplicando por 100 la tangente del ángulo que define el desnivel del suelo.

La pendiente del terreno se estima como:

$$S = \frac{Ha - Hb}{L}$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

Ha = Altura de la parte alta del terreno (m).

Hb = Altura de la parte baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Con la información obtenida del INEGI y la señalada en el presente estudio, se obtuvo la variación en metros en el terreno, este ejercicio se realizó en orientación Sur a Norte y en orientación Este Oeste del área de influencia del predio; en los resultados de ambos ejercicios se obtuvo que la parte más alta del terreno es de 11 metros y la parte más baja es de 9.0 metros; ya que el predio

es irregular. Aunado a lo anterior para la obtención del valor denominado longitud del terreno, se consideró que este cuenta con una forma irregular y por lo tanto se tomó como medida la longitud más larga y continua entre dos vértices del terreno siendo esta de 270 metros.

Una vez obtenidos las tres variables se realizó la sustitución de la fórmula, multiplicándose por 100 para representar el valor porcentual de la pendiente, obteniéndose el siguiente resultado:

$$S = \frac{11 - 9}{270} = 0.00741 \times 100 = 0.74 \%$$

Una vez obtenido el valor de la pendiente del terreno (0.74 %) en un longitud de 270 metros se puede obtener el valor de (LS) con la siguiente ecuación.

Donde:

λ = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno

M= Parámetro cuyo valor es 0.5

$$LS: (\lambda) 0.5 (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)^2)$$

$$LS: (270) 0.5 (0.00965 * (0.74) + 0.00138 * (0.74)^2)$$

$$LS: 135 (0.007141 + 0.000755)$$

$$LS: 1.06$$

Una vez obtenidos todas las variables de la fórmula para calcular la erosión potencial de un terreno desprovisto de vegetación se obtuvo el siguiente resultado:

$$Ep = R * K * LS$$

Donde:

$$R = 15,252.16$$

$$K = 0.029$$

$$LS = 1.06$$

$$Ep = (15,252.16) (0.029) (1.06)$$

Erosión potencial = 468.85 toneladas/ hectárea / año

La cantidad anterior, equivale al valor de la erosión potencial obtenido para el predio donde se desarrollará el proyecto, considerando el proceso de erosión sin la presencia de la cobertura vegetal durante un año y sin prácticas de conservación del suelo y del agua; lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 46.8 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005).

Que multiplicado por un factor de vegetación C de .001,

$$E = 468.85 * \text{factor de vegetación}$$

$$E = 468.85 * .001$$

$$E = 0.468 \text{ toneladas/ha/año}$$

Asumiendo que el desmonte previsto se delimita a la superficie de ocupación del proyecto y las áreas verdes se quedaran como áreas de conservación el factor de erosión se reduce a 0.468 toneladas/ha/año que es inferior a 10 t/ha/año que es el máximo permisible para México. Por consiguiente, la erosión estimada por el desarrollo del proyecto es poco significativa y por lo tanto el proyecto es factible. Entonces se tiene que la remoción de la vegetación se llevara a cabo en una superficie de 4,470 m² es decir el (14.50 %) del total del predio, manteniendo una superficie de 26,354.05 m² es decir el 85.50 % del predio con cobertura vegetal arbórea nativa, contribuyendo de esta forma a la conservación y mantenimiento de las características bióticas y abióticas naturales que persisten en casi todo el predio del proyecto con variaciones apenas visibles.

Cabe señalar que la superficie que se pretende desmontar para el proyecto, será intervenida de manera paulatina y direccionada. Asimismo, se proponen medidas preventivas y de mitigación para evitar prevenir o reducir el efecto de los impactos ambientales que se producirán durante la ejecución del cambio de uso de suelo; entre las que destacan la ejecución de un programa de rescate de vegetación con particular énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para posteriormente ser reintroducidas al predio en las áreas verdes y jardinadas.

Aunado a lo anterior, es importante también mencionar que dadas las condiciones totalmente homogéneas que mantiene la vegetación en la superficie total del predio del proyecto, la remoción de las áreas sujetas al cambio de uso de suelo no afectará en gran parte la abundancia y distribución de las especies toda vez que dichos atributos se conservarán en las áreas que se mantendrán con vegetación natural.

CAPITULO IX

IX. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

IX.1. Identificación de impactos.

En el presente capítulo se identificarán, describirán y evaluarán los impactos ambientales que se presentarán durante las actividades correspondientes del proyecto. Para lo cual, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con el criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable cada una de las actividades a realizar.

La aplicación de la metodología sugiere, la evaluación de la interacción de los sistemas ecológicos naturales y sociales con las acciones derivadas del proyecto, de tal manera que se puedan evaluar las modificaciones que se originan, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

Para la aplicación de la metodología, las acciones derivadas del proyecto responden a los siguientes criterios: todos los procesos a realizar son significativos, independientes y son cuantificables.

Para la identificación de las acciones se inició con la revisión bibliográfica existentes para el área donde se pretende llevar a cabo el proyecto, tales como imágenes satelitales, cartas temáticas, estudios previos, situación legal, entre otros. Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron las visitas al sitio para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por el promovente.

La importancia de la correcta evaluación de los impactos, está en que a partir de los resultados obtenidos se habrá de determinar si el proyecto cumple o no con la legislación ambiental vigente. Por lo que para este proyecto, se ha empleado una metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de la evaluación. Esta metodología cuantifica los impactos ambientales del proyecto por medio de cálculos, simulaciones, medidas y estimaciones, propiciando la identificación de las actividades que se llevarán a cabo durante las distintas etapas de ejecución del mismo y que pudieran provocar impactos y cambios benéficos o perjudiciales en los factores del ambiente.

El procedimiento de evaluación del impacto ambiental inicia con la identificación de las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en

segundo paso consiste en valorar los impactos para determinar su grado de significancia y, por último, se proponen las medidas preventivas, correctivas o de compensación pertinentes.

Es importante señalar que la afectación será de intensidad variable sobre los diversos componentes ambientales durante la ejecución de las obras del proyecto, incluyendo las actividades que correspondan a la etapa de operación-mantenimiento.

Las actividades relativas a la remoción total de la cobertura vegetal dentro del predio propuesto para el cambio de uso de suelo y que se consideraron para el análisis de impactos fueron:

Por las actividades de cambio de uso de suelo para la lotificación del predio son:

- Limpieza de terreno y despalme
- Trazo y nivelación del terreno
- Generación de residuos sólidos no peligrosos.
- Generación de aguas residuales.

IX.2. Caracterización de los impactos.

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren el valor de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración del entorno resultante de la acción o actividades de ser humano, mientras que un impacto es la alteración significativa de o los factores del ambiente. El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales. Según esta definición, un impacto puede ser positivo o negativo. Los impactos se consideran severos o hasta críticos cuando superan los estándares de calidad ambiental.

Para criterios de este trabajo se tomaron como indicadores de impacto a los componentes del sistema ambiental o social que resulten afectados por el proyecto. Los efectos pueden ser positivos o negativos y variar según las etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación de los impactos ambientales se deberá considerar la necesidad de aplicar medidas correctivas, o bien, promover la continuidad de las acciones realizadas.

Para evaluar los efectos producidos por el proyecto sobre los componentes ya sean físicos, químicos, bióticos, ambientales o socioeconómicos, han sido seleccionados los indicadores ambientales mostrados a continuación.

Factores Físico-Químicos:

- **Suelo:** Calidad fisicoquímica del suelo.
- **Agua:** Calidad del agua subterránea.

- **Atmosfera:** Partículas, emisión de ruidos.

Factores Bióticos:

- **Flora:** Presencia de vegetación nativa.
- **Fauna:** Fauna terrestre.
- **Paisaje:** Calidad escénica.

Factores Socioeconómicos:

- Requerimiento de servicios.
- Oportunidad de empleo (Oferta y demanda).

La relación que a continuación se presenta, es la correspondiente a los indicadores de impacto seleccionados junto con una breve descripción del mismo.

1. **Atmosfera: Calidad del Aire.** Esta variable hace referencia a las emisiones producidas por los vehículos y maquinaria utilizadas durante el proyecto, así como a la generación de polvos producto tanto de la preparación del sitio como de la remoción de la vegetación.
2. **Atmosfera: Contaminación acústica.** Se considera como la alteración sonora del ambiente original, generada por el uso de maquinaria y el desarrollo de las actividades del proyecto en general
3. **Agua: Calidad del agua subterránea.** Se considera a esta variable conjugada directamente con la calidad fisicoquímica del suelo, ya que la calidad del agua subterránea se verá afectada directamente por la presencia de residuos peligrosos que se filtraran por el suelo hasta llegar a este componente. Se refiere también a la calidad de las descargas residuales que pudieran ocurrir hacia el subsuelo.
4. **Suelo: Calidad fisicoquímica del suelo.** Se evalúa desde el punto de vista de afectación de la composición del suelo al mezclarse con los materiales de construcción y residuos sólidos, así como su afectación química toda vez que este componente, se vea afectado por derrames accidentales de residuos peligrosos u otra sustancia ajena a la composición de la variable edáfica. Se incluye el cambio en la estructura y composición del sustrato en el sitio.
5. **Presencia de vegetación y fauna terrestre (nativa).** Esta variable se toma en cuenta dada la importancia de los recursos naturales en el desarrollo y la subsistencia de las comunidades naturales tanto vegetales como animales; por ello, se considera la afectación de los mismos causado por la implementación del proyecto, tanto en el área específica de la obra como en las colindancias inmediatas.

6. Paisaje: Calidad escénica. Hace referencia a la permanencia y características del sistema ambiental general, considerando el grado de modificación o alteración de los elementos del paisaje local.

7. Socioeconómicos: Oferta/demanda de empleos. Demanda del proyecto respecto a los empleos que se ofertarán al desarrollar las diversas actividades, con base en las características de la zona.

8. Socioeconómico: Requerimiento de servicios. Se refiere a los servicios que serán necesarios en las diferentes etapas de implementación del proyecto. Dichos servicios se enfatizan en la renta de maquinaria y diversos tipos de infraestructura adecuada para el desarrollo de las obras.

IX.3. Valoración de los impactos.

Para identificar los impactos ambientales que se podrán dar por la ejecución del proyecto en las distintas etapas que lo constituyen, se utilizará una matriz de identificación de Impactos ambientales y para evaluar el impacto que se producirá se ocupará la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vitora (1995), que se adaptará a las actividades y componentes que se identifiquen en el proyecto y en el área de estudio.

Se utilizo la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vitora (1995), ya que comprende la valoración cualitativa y cuantitativa del impacto ambiental, a través de las generaciones de matrices de impacto (de tipo causa-efecto) y de importancia (incidencia ambiental).

Considerando las actividades del proyecto y los componentes del sistema ambiental seleccionados con anterioridad, se construyeron las matrices de ponderación e identificación de impactos generados al sistema por la implementación del proyecto. La primera se refiere a los impactos generados por su grado: significativo, poco significativo y nulo; la segunda hace referencia al tipo de impacto (negativo o positivo), así como a su incidencia en el sistema (temporal o permanente)

Simbología		Limpieza de terreno y despalme	Trazo y nivelación del terreno	Generación de residuos sólidos no peligrosos.	Generación de aguas residuales.	IMPACTO TOTAL
Impacto Significativo	1					
Impacto poco Significativo	0.5					
Impacto nulo	0					
Factores Físico-Químicos						
Calidad Físico Química del Suelo		1	1	0.5	0.5	2.5
Calidad del Agua subterránea		0	0	0	0	0
Calidad del Aire		0.5	1	0.5	0	2
Factores Bióticos						
Presencia de Vegetación nativa		1	1	0.5	0	2.5
Presencia de Fauna Terrestre		1	1	0.5	0	2.5
Calidad escénica		1	1	0.5	0	2.5
Factores Socioeconómicos						

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

Requerimiento de Servicios	1	1	0	1	3
Oportunidad de Empleo	1	1	0	0	2
Impacto total de la Actividad					17

Simbología		Limpieza de terreno y despalme	Trazo y nivelación del terreno	Generación de residuos sólidos no peligrosos.	Generación de aguas residuales.	Impacto Negativo Permanente	Impacto Negativo Temporal	Impacto Positivo Permanente	Impacto Positivo Temporal
Impacto Negativo Permanente	(-)P								
Impacto Negativo Temporal	(-)T								
Impacto Positivo Permanente	(+)P								
Impacto Positivo Temporal	(+)T								
Impacto Nulo	0								
Factores Físico-Químicos									
Calidad Físico Química del Suelo		(-)P	(-)P	(-)T	(-)T	2	2	0	0
Calidad del Agua subterránea		0	0	0	0	0	0	0	0
Calidad del Aire		(-)T	(-)T	(-)T	0		3		
Factores Bióticos									
Presencia de Vegetación nativa		(-)P	(-)P	(-)T	0	2	1	0	0
Presencia de Fauna Terrestre		(-)T	(-)T	(-)T	0	0	3	0	0
Calidad escénica		(-)P	(-)P	(-)T	0	2	1	0	0
Factores Socioeconómicos									
Requerimiento de Servicios		(+)T	(+)T	0	(+)T	0	0	0	3
Oportunidad de Empleo		(+)T	(+)T	0	0	0	0	0	2
Impacto total de la Actividad						8	16	0	5

De acuerdo a la Matriz de identificación de los impactos provocados por el proyecto por su Tipo y Permanencia, se observa que el 55.0% de los impactos que se generarán serán negativos temporales; sólo el 28% de los impactos serán negativos permanentes; el 17%.

Cabe señalar que los impactos positivos sobre el componente de las variables socioeconómicas, se presentarán debido a la oferta de empleos y la derrama económica que generará en la zona el desarrollo del proyecto, viéndose representados estos impactos particularmente durante la etapa constructiva de los lotes del proyecto, **impactos los cuales no se contemplan en dicho documento.**

Descripción de los impactos ambientales más relevantes

Calidad Físico-Química del suelo. Resulta ser uno de los componentes más impactados del sistema, debido a las actividades de cambio de uso de suelo que serán realizados en el área del proyecto. Durante las actividades de construcción se realizará la compactación del suelo en el área

de desplante de la vivienda y la edificación de la construcción, por lo que el impacto ocasionado a esta variable será negativo, significativo y permanente.

Calidad del Agua Subterránea. Esta variable ambiental no se verá afectado por la elaboración del proyecto. Los impactos importantes sobre esta variable podrían darse en caso de una fuga o derrame de la maquinaria utilizada dentro del proyecto.

Calidad del Aire. Los impactos a esta variable serán en su totalidad de tipo negativo, pero temporales, con significancia baja. Los impactos generados en las etapas de preparación se darán principalmente por la limpieza del sitio (remoción de la vegetación), en la etapa de construcción y operación se verá afectado por la generación de partículas por el uso de vehículos para el transporte del material al sitio y por la edificación de la casa habitacional, en general en las tres etapas en caso de haber un mal manejo de los residuos orgánicos se generarían impactos a esta variable, por lo que se implementaran programas de manejo de residuos para evitar la contaminación a la calidad del aire por los desechos en descomposición.

Presencia de Vegetación Nativa. La vegetación que cubre el predio del proyecto, es en su mayoría vegetación de selva mediana, que, por motivos antropogénicos ha sido perturbada con anterioridad, por lo que no será necesaria la remoción de grandes volúmenes de material vegetal para el establecimiento del proyecto. Este impacto pasará a ser significativo en las etapas de preparación del sitio por la remoción del componente vegetal, toda vez que es cuando la vegetación es alterada de manera significativa, toda vez que se reduce su cobertura y se disminuye su abundancia, sin embargo es un impacto mitigable, al aplicar de manera correcta un programa en el cual se rescate la vegetación más vulnerable y de mayor relevancia ecológica.

Presencia de Fauna Terrestre. El impacto sobre la fauna será poco significativo, de tipo negativo por el tipo de actividades que se realizaran pero temporales, ya que las aves, mamíferos y reptiles que se encuentren en el predio previo las labores de preparación del sitio, podrán trasladarse a lugares más seguros y sin intrusión de trabajadores. Posterior a la construcción, la fauna podrá retornar al predio y establecerse nuevamente.

Calidad escénica. Durante las etapas de Preparación del Sitio, se generarán impactos negativos y permanentes sobre la estructura del paisaje, debido a la modificación que sufrirán los componentes del sistema. La modificación no solo se dará desde el punto de vista estético, también se considera la modificación desde el punto de vista ecológico. Aunque se planea la remoción de vegetación, se tiene contemplado dejar áreas continuas de vegetación hacia los costados del predio sin barrera física, para el libre paso de fauna hacia dentro y fuera del predio.

Requerimientos de Servicio. Los impactos son positivos y temporales en todas las etapas del proyecto, generado por el requerimiento de mano de obra, servicios sanitarios y de construcción durante el proyecto.

Oportunidad de empleo. Los impactos generados para esta variable serán de tipo positivo, aunque los empleos serán temporales durante las del proyecto.

IX.4. Conclusiones.

Las actividades de lotificación que se pretenden llevar a cabo en el presente proyecto son actividades ambientalmente compatibles, debido a que cuenta con un diseño acorde a los lineamientos establecidos por la legislación ambiental vigente aplicable.

En base a los resultados obtenidos de la valoración de los impactos ambientales se deduce que si bien el proyecto implica afectaciones al suelo, hidrología, vegetación y fauna, estas no son consideradas como severas, toda vez que son mínimas en relación a la extensión de la cuenca que fue delimitada, así mismo son actividades mitigables, a través de la implementación de ciertas actividades que favorecerán la conservación de los elementos naturales del ecosistema.

De esta manera las afectaciones al suelo son las que en un principio se consideran las más relevantes toda vez que es cuando se modificara en su topografía y composición pudiendo tener afectaciones por procesos erosivos naturales por quedar expuesta la capa edáfica a la intemperie, así mismo por las afectaciones que se pudieran generar por la contaminación de residuos sólidos y líquidos de los desechos sanitarios de los trabajadores que laboren en el proyecto, Para el caso de la contaminación hacia la atmosfera las afectaciones que se pudieran dar por estos eventos serian la suspensión de partículas de polvo por la remoción de la capa vegetal, así como por la emisión de contaminantes por la combustión de hidrocarburos de los vehículos y maquinaria utilizada para las actividades del proyecto, de igual manera por la contaminación auditiva por los ruidos excesivos que se pudieran presentar. Otro de los factores que se afectarían por las actividades de cambio de uso de suelo, será la hidrología, toda vez que al remover la capa de vegetación para destinarlos a usos distintos a los forestales se reduce la superficie permeable de captación del agua para recarga de los mantos freáticos, así como, así como por posibles derrames accidentales de aguas negras por los residuos sanitarios de los baños portátiles propuestos para el tratamiento de estos, finalmente la afectación hacia la flora y la fauna de la zona, es evidente , toda vez que al reducir los espacios con vegetación se merman las zonas de hábitat para la fauna local, así mismo se traduce en una disminución de la biodiversidad de manera puntual para el predio.

Sin embargo como se pudo observar y como fue mencionado anteriormente son impactos que serán puntuales al sitio, y que de manera alguna son mitigables lo que reducirá su efecto negativo, asimismo la mayoría de estos serán de manera temporal y su duración será únicamente durante las actividades propias del proyecto.

Conforme a lo propuesto en el proyecto se valoraron los impactos potenciales al ambiente y se determinaron en base a sus características los que deben adoptarse medidas preventivas, correctivas y compensatorias, como ya a sido citado. Así como la compensación parcial por los impactos positivos, justificados por los beneficios sociales, económicos y territoriales en él que se integra el proyecto.

Por lo anterior se considera que el presente proyecto "Lotificación del Predio San Martín" es ambientalmente viable.

CAPITULO X

X. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

X.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente ambiental.

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se producirán por el proyecto, en este apartado se presentan las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, mitigar o compensar los efectos negativos que sobre los diversos factores ambientales, generará el proyecto durante sus diferentes etapas (preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento).

Las medidas que en el presente capítulo se exponen, se sustentan en parte en el análisis ambiental realizado, así como las disposiciones que en materia de impacto ambiental establecen las distintas dependencias gubernamentales en los diferentes instrumentos de planeación revisados. De esta manera, cada una de las medidas vertidas en el presente apartado tiene como propósito prevenir, mitigar y/o compensar las alteraciones ambientales manifestadas en el ambiente por causa de la instalación del proyecto. A fin de puntualizar en qué consisten cada una de las diferentes medidas adoptadas, a continuación se presenta la definición de las mismas.

Medidas de prevención. Es un conjunto de disposiciones que tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse por la realización de una o varias actividades del proyecto, a fin de evitar el deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones tendientes a reducir o disminuir los impactos ambientales adversos manifestados, aún y con la aplicación de las medidas preventivas.

Medidas de compensación. Son aquellas actividades que pretenden retribuir o resarcir el impacto ambiental que el proyecto ocasionará, generalmente estas actividades no se realizan en el sitio en donde se causa el impacto.

X.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Derivado de la revisión de la información y del análisis de la misma, se detectó que buena parte de los cambios se circunscriben a procesos urbanos. A nivel nacional y regional, se hace obvia la tendencia de reducción de las categorías que representan a la vegetación predominantemente primaria, mientras que aquellas categorías ligadas a la actividad antrópica se incrementan sustancialmente, como los pastizales inducidos y las áreas agrícolas de temporal.

Las tasas de cambio anual para el período 1976-2000 para cada tipo de vegetación y uso de suelo, en la cual los valores negativos indican una pérdida de superficie y los valores positivos una ganancia. Como resultado, se observa que la vegetación costera es un ecosistema que se ha visto reducida su superficie a nivel nacional, la cual corresponde a una tasa de cambio de -.99 La superficie que se pierde de terrenos cubiertos por vegetación costera, conforme a la tasa de cambio es mayor que para otros tipos de vegetación, sin embargo, debido a la enorme superficie que este tipo de vegetación ocupa en el estado de Quintana Roo, se encubre la superficie perdida. Así, el escenario para este tipo de vegetación en el área del proyecto y en la región tiene la misma tendencia: un cambio de uso de suelo paulatino.

X.3. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Con las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo X, proponen picar y esparcir la vegetación sobre el área desmontada y las áreas que no serán desmontadas, esto disminuirá en gran proporción la erosión del suelo, dentro del predio en estudio no se registraron áreas o zonas frágiles, lo anterior en base a o siguiente; la totalidad del mismo se encuentra cubierto en su totalidad por especies de selva mediana subperennifolia, presentando bien definido los tres estratos, con una densidad de plantas por hectárea media (arriba de las 592/ind/ha) y con una cobertura vegetal de arriba del 70% y abundante materia orgánica, las pendientes son ligeras de 0-5 grados y el tipo de suelo es litosol, que son suelos delgados de aproximadamente de 10 cm de profundidad y se caracterizan por presentar una capa superficial abundante en humus y muy fértil que descansa sobre roca caliza. No son muy profundos y generalmente arcillosos, por lo que en base a esto y al recorrido a lo largo y ancho del predio se observo que no existe erosión dentro del predio, se registraron tres especies de flora en algún grado de protección o conservación, con pendiente ligera del terreno: como se menciono anteriormente el predio en estudio presenta un rango altitudinal de los 10 a los 12 msnm, por lo que la pendiente es ligera o semiplana no mayor a los 3 grados, predominando las zonas cenitales. Por el cambio de uso de suelo se realizará el pago al Fondo Forestal Mexicano.

X.4. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Las siguientes especificaciones de protección ambiental son establecidas para que la empresa contratista, las apliquen durante las etapas del proyecto de Lotificación del predio;

1) Especificaciones para la protección de la calidad del aire

- Durante la operación de la maquinaria y vehículos, especialmente en áreas aledañas a zonas urbanas, se deberá cumplir con los estándares que para la emisión de ruido fija el "Reglamento

para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido" (SEDUE, 1989) y la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Para lo cual se mantendrán en excelentes condiciones mecánicas los vehículos y maquinarias, mismas que se realizarán en sitios adecuados para tal fin y fuera del predio de donde se lleven a cabo las actividades de cambio de uso de suelo para evitar posibles derrames de hidrocarburos y/o aceites y grasas.

- El contratista deberá utilizar lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo, y/o humedecer el material para evitar la dispersión de su contenido durante los recorridos.
- Se establecerán horarios de trabajo, de preferencia en turnos diurnos para no afectar las actividades nocturnas de la fauna.

2) Especificaciones para la protección de la fauna silvestre

- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades del proyecto, se elaborará un programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestres, especialmente para aquellas especies de lento desplazamiento y las que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010, previo a las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra.
- Previo a las actividades de desmonte y despalle se realizarán recorridos para la detección de nidos, guaridas y/o refugios de la fauna silvestre, en cuyo caso se ahuyentará a los animales que los ocupen.
- El desmonte se llevará a cabo preferentemente por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y maquinaria pesada, de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las especies de fauna silvestre presentes en el área tengan posibilidad de alejarse del sitio. En caso de encontrar nidos de aves ocupados o activos dentro, estos deberán respetados en lo posible o en último de los casos que sea posible deberán ser reubicados en sitios aledaños al área del proyecto y lo más cerca posible al sitio, respetando en lo posible la posición y condiciones de hábitat en que fueron localizados.
- Se supervisará que el personal de construcción no cometa actos que deterioren el ambiente de la zona, tales como la caza o captura de fauna silvestre y extracción de especies de fauna, sobre todo aquellas que estén clasificadas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010. Al respecto, se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores, para lo cual deberá instrumentar un reglamento interno ambiental durante la etapa de construcción de la obra.

- Los vehículos automotores y maquinaria en general, circulará a baja velocidad (30km/h) con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que llegara a transitar por el sitio del proyecto y aminorar el ruido que provoca el funcionamiento de los motores.

3) Para la protección del suelo y vegetación se aplicarán las siguientes acciones

- Durante las labores de desmonte y limpieza no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos (herbicidas u otros productos químicos), así como tampoco se realizarán actividades de quema de ningún tipo de residuo.
- El material producto de las excavaciones, siempre y cuando no se utilicen para el relleno y compactado, se almacenarán temporalmente en los sitios que no afecten otros componentes ambientales (vegetación, fauna, escurrimientos, etc.), para su posterior disposición en las áreas autorizadas por el municipio.
- Los residuos vegetales generados durante las acciones de construcción se picarán se almacenarán temporalmente en los sitios que no afecten otros componentes ambientales (vegetación, fauna, escurrimientos, etc.), para su posterior disposición en las áreas autorizadas por el municipio, de igual manera el producto que pudiera ser aprovechado deberá ser regalado a los dueños o lugareños de la zona, para evitar se genere material susceptible a provocar incendios forestales y posibles plagas y enfermedades por la desintegración de exceso material vegetal.
- Para no afectar a la vegetación y hábitat de fauna silvestre contigua a la obra, el desmonte se efectuará dirigiendo la caída de los árboles hacia el centro.
- Se utilizarán preferentemente vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de otras a fin de reducir en lo posible los impactos que esto conlleva.
- No se debe realizar ningún tipo de aprovechamiento o daño a especies de flora silvestre (terrestres y acuáticas), con énfasis en las especies de importancia ecológica y aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Para compensar la pérdida de cubierta vegetal que será afectada por los desmontes permanentes, se realizarán acciones de restauración ambiental (reforestaciones, obras de conservación de suelos y/o control de escurrimientos) en una superficie igual a la superficie forestal afectada permanentemente por el desarrollo del proyecto. Estas acciones se efectuarán haciendo uso o pago del Fondo Forestal Mexicano, para que a través de la CONAFOR, se ejecuten estas acciones, lo anterior, de acuerdo a lo señalado en el artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

4) Manejo de residuos sólidos y líquidos

- Queda prohibido tirar basura y desechos. La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores deberá ser colectada al final de la jornada en bolsas de plástico, y la empresa contratista deberá llevar consigo contenedores para su disposición temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por la autoridad municipal correspondiente.

- El contratista deberá clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de lotificación. Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicable.
- Para el manejo de los residuos sanitarios de los trabajadores se instalaran sanitarios portátiles, mismos que recibirán mantenimiento por parte de las empresas arrendadoras especialistas en el tema; estos baños se instalaran a razón de 1 por cada 10 trabajadores, en sitios que correspondan a las áreas que se afectaran por lo que no se requerirá de remover de otras áreas distintas a las solicitadas.

5) Para la operación y mantenimiento de maquinaria y equipo

- La maquinaria, equipo y vehículos que se utilizan durante el proceso del proyecto se mantendrán en buenas condiciones para la cual se enviarán a mantenimiento preventivo cumpliendo estrictamente con el programa de cada unidad. Para lo anterior, se llevará una bitácora o registros del mantenimiento de maquinaria y de vehículos.
- El mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos deberá efectuarse en áreas de servicio preestablecidas. No se permitirá que estas acciones se efectúen en el área de trabajo o en las cercanías de cuerpos de agua.
- En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito.
- Se supervisará al inicio de los trabajos y durante los mismos, la maquinaria empleada opere respetando las normas oficiales de ruido y gases, la circulación se limite, de ser el caso, a las áreas autorizadas para la ejecución del proyecto.
- La maquinaria deberá mantenerse en buen estado y evitar el derrame de lubricantes o combustibles que puedan dañar al suelo, agua, viento, flora y fauna del área.

Para la realización de este proyecto se tiene contemplado la ejecución del siguiente programa:

1) Programa de Rescate de flora silvestre

Este programa se propone como una medida de mitigación al impacto que podría ocurrir en la vegetación, especialmente a la especie con estatus de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

2) Programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre

Este programa se propone como una medida de mitigación de los impactos ambientales durante la realización del proyecto se ocasionará sobre la fauna y flora silvestre, en especial para aquellas especies de fauna en riesgo de acuerdo con la NOM-059- SEMARNAT-2010 de las que se tuvo evidencia durante los recorridos de campo realizados a lo largo y ancho del predio en proyecto pero que pueden encontrarse, especialmente de aquellas que se consideran como de mayor vulnerabilidad de afectación como consecuencia de su hábitos y baja movilidad.

X.5. Programa de manejo ambiental

Para este proyecto, se considera llevar un programa de seguimiento ambiental mediante el cual se asegure que las medidas de mitigación propuestas en el capítulo X sean ejecutadas en tiempo y forma.

Los objetivos particulares de este programa son:

- Verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación.
- Minimizar las afectaciones al ambiente.
- Proporcionar información y aviso inmediato cuando un impacto determinado se acerca a un nivel crítico.

Como primer punto del programa de vigilancia, se especificará la estructura organizacional y las responsabilidades de cada uno de los participantes involucrados, tanto en la construcción del proyecto (licitante ganador), como en la supervisión del programa (asesor de campo).

Un punto importante para el funcionamiento adecuado del programa de vigilancia es tener mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento ambiental. En este sentido, el programa de vigilancia contempla la elaboración de una tabla de cumplimiento ambiental a partir de información de DTU-A.

X.6. Seguimiento y control

El seguimiento del programa se realizará mediante la coordinación entre el asesor de campo y la empresa o institución responsable del programa, quien se encargará de realizar visitas periódicas al sitio del proyecto para verificar el cumplimiento del Programa.

El asesor de campo realizará las siguientes funciones.

☐☐ Inspección diaria en las diferentes áreas de construcción, a efecto de vigilar el cumplimiento de compromisos en materia ambiental, en las diferentes actividades que se realicen en la preparación del sitio y construcción del proyecto.

☐☐ Revisar la documentación existente en materia ambiental que tenga relación con el proyecto.

☐☐ El asesor de campo debe tener amplio conocimiento de los documentos y permisos en materia de medio ambiente para el proyecto.

☒☒ Vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación emitidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.

☒☒ Programar reuniones de carácter ambiental con los contratistas involucrados.

☒☒ Apoyar a los contratistas en la capacitación de sus trabajadores en aspectos relacionados con la protección ambiental.

☒☒ Emisión de opiniones técnicas fundamentadas en la normatividad ambiental, leyes, reglamentos, que tengan relación con el proyecto.

☒☒ Elaboración de un informe mensual de las actividades en materia ambiental, apoyado con evidencias escritas y fotográficas.

☒☒ Estar en comunicación constante con el supervisor de la empresa responsable del proyecto, e informar de cualquier situación que ponga en riesgo el equilibrio ecológico del lugar.

Uno de los puntos importantes para el funcionamiento adecuado del programa de seguimiento ambiental del proyecto en estudio, es contar con un mecanismo de control que permita la comunicación entre cada uno de los participantes, por lo que se pretende:

- Contar con mecanismos de captura, catalogación, almacenamiento, recuperación y manipulación de insumos documentales referentes al DTU-A, Leyes ambientales, Normatividad, necesidades de calidad, entre otras.

- Administrar los elementos de información necesarios para la correcta ejecución de las medidas de mitigación y recomendaciones en los elementos ambientales correspondientes.

- Integrar herramientas para la planeación, seguimiento y evaluación de la vigilancia del conjunto de medidas de mitigación ambientales relativas al proyecto.

- Mantener actualizada la información relativa al proyecto mediante la elaboración de reportes, informes, anexos fotográficos, formatos de vigilancia, oficios, etc. requeridos durante la vigilancia del proyecto.

El programa deberá sistematizar las metas, objetivos, la integración de procesos, prácticas, procedimientos y líneas de responsabilidad para alcanzar los objetivos establecidos.

Procedimiento.

Para el cumplimiento de los objetivos del presente programa de seguimiento ambiental, se elaboraron fichas de los impactos ambientales negativos que resultaron moderadamente significativos, significativos y aquellos que independientemente de su valor de significancia, se consideran relevantes de seguimiento. Es importante mencionar que dichas fichas en ocasiones conjuntan la descripción de más de un impacto.

CAPITULO XI

XI. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

XI.1. Diagnóstico ambiental

Los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de condiciones y proceso naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico (Torres, R. J. M, et al.).

Por otro lado, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF, 2003) define a los servicios ambientales como los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.

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

1. El cambio en la estructura del paisaje y belleza escénica, debido a que se fragmenta y modifica la vegetación; disminuyen las existencias arbóreas y en algunas áreas se impide el inicio y

establecimiento de las diferentes etapas de sucesión vegetal. En otras palabras se modificará el entorno por infraestructura eléctrica.

2. Disminución del banco de germoplasma nativo, en el sentido de que la superficie abierta, será cubierta y que cubrirá las semillas y propágulos, e impedirá se establezca nuevamente la vegetación.

3. El mantenimiento de un hábitat favorable para la fauna asociada al tipo de vegetación de selva, ya que de esta obtienen alimento, refugio y protección.

4. La calidad de suelo y agua, si no se toman las medidas preventivas para evitar la contaminación de suelo y agua con residuos contaminantes, peligrosos o por salinidad como consecuencia de un deficiente flujo de agua.

5. La remoción de cubierta vegetal contribuye a la no minimización de los vientos derivados de las tormentas que llegan a la región.

6. Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (reducción, absorción, fijación y almacenamiento de dióxido de carbono). La captura de carbono, ya que el carbono inorgánico en forma de dióxido de carbono, se incorpora a compuestos orgánicos por acción de los organismos fotosintéticos tales como las especies de plantas. Las plantas verdes toman el bióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo).

La biodiversidad proporciona servicios como degradación de desechos orgánicos, formación de suelos y control de la erosión, fijación de nitrógeno, incremento de los recursos alimenticios, de las cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto, secuestro de bióxido de carbono, infiltración del agua y mantenimiento de las cuencas hidrológicas.

El proyecto en estudio se ubica en terrenos de uso forestal (selva mediana subperennifolia en franco proceso de degradación).

Tomando en consideración estas condiciones, se espera la afectación de los servicios ambientales que la superficie por la que se solicita el cambio de uso del suelo en terrenos forestales es mínima y no será una causal de pérdida de los servicios ambientales del sistema ambiental regional en donde se ubica el proyecto.

A continuación se hace una identificación de los servicios ambientales que se verían disminuidos como resultado de la construcción del proyecto en estudio.

SERVICIOS AMBIENTALES EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO

Los servicios ambientales que brinda el Proyecto de manera natural o por medio de manejo sustentable de los recursos forestales, que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo, se describen a continuación.

Los servicios ambientales que se ponen en riesgo por el cambio de uso de suelo son los siguientes:

1. Cambio en el paisaje y belleza escénica.

Hay afectaciones en este rubro, debido a que se fragmenta y modifica la poca vegetación existente dentro del predio; disminuyen las existencias arbóreas y en algunas áreas se impide el inicio y establecimiento de las diferentes etapas de sucesión ecológica. En otras palabras se modificará el entorno por una losa de concreto, mas no se pone en riesgo el conjunto paisajístico de la zona por las siguientes causas:

Con base en los datos topográficos se puede comentar que la visibilidad es amplia, ya que las curvas de nivel del predio no sobrepasan de 5º en la pendiente; con el desarrollo del proyecto la pendiente tenderá al cero y por el retiro de las franjas forestales, el paisaje del predio perderá su poca vegetación.

En cuanto a la transparencia atmosférica, (llanura) se seguirá considerando como buena, ya que los elementos abióticos de gran envergadura (montes y montañas) que se ubican a una distancia muy grande en dirección sur, con respecto al predio, se seguirán distinguiendo perfectamente, dando una vista integradora y agradable.

En cuanto a la altitud con respecto al nivel del mar, se puede decir que en el predio de interés no se alterará este aspecto y se conservará en los 10-12 msnm. Por último, la **capacidad para absorber un cambio fuerte** (fragilidad del paisaje) en el sistema y en el paisaje del sitio de interés, se considera nula debido al retiro de la cubierta vegetal de las franjas forestales, que representa la única vegetación dentro del predio y a la escasa cobertura en predios colindantes. En el área del proyecto y en sus alrededores no se encuentran áreas ecoturísticas o en las que se promueva su desarrollo y que pudieran ser impactadas con la implantación del proyecto.

Se considera que la afectación al paisaje se dará principalmente en cuanto a la calidad intrínseca del mismo y a su calidad visual, ya que la implementación de infraestructura modificará el paisaje actual, al tiempo que cambia la percepción de los pobladores cercanos al proyecto y sus transeúntes. Para el caso del proyecto de lotificación, la modificación del paisaje se dará principalmente durante la apertura del desmonte. En general, el impacto hacia el paisaje se considera medio.

Como se mencionó la calidad intrínseca del paisaje resulta media debido a que no hay un diversidad de topoformas, solo un sistema de topoforma de llanura que no permiten establecer condiciones diversas de paisaje; asimismo, en el área de estudio se presenta un mosaico dominado por suelos de uso urbano, pecuario entremezclados con las selvas medianas subperennifolias; es decir, la vegetación ha cambiado de natural a secundaria en algunos sitios y en otros muestran un alto grado de disturbio a lo largo de la cuenca, lo cual se refleja en una variación a nivel de composición de especies florísticas, así como en su estructura.

En lo que respecta a la calidad visual, ésta resultó baja como consecuencia de que se estima que una gran proporción de la infraestructura del proyecto se visualizaría por los usuarios y habitantes de la comunidad y zona urbana de Akumal donde se ubicará el proyecto. Considerando

lo anterior, y a manera de conclusión, se puede deducir que con la realización del proyecto no se provocarán afectaciones significativas con relación a las que ya se presentan actualmente en el medio natural; por el contrario, al ser un proyecto de lotificación de lo que se pretende sea un complejo habitacional con enfoque ECOLÓGICO las es difícil que las perturbaciones importantes superen la capacidad de resiliencia y generen desequilibrios en el sistema ambiental.

2. Afectación a la biodiversidad.

Al tiempo de realizarse los recorridos en el predio del proyecto, solo se observó y se registraron tres especies de fauna y No se registró especies de flora con alguna categoría de protección y ninguna especie vegetal incluida en la norma oficial vigente NOM-059- SEMARNAT-2010.

La ejecución de este proyecto, no interfiere en la calidad de la biodiversidad natural de la región y no se encuentra dentro de alguna Área natural Protegida registrada en el SINAP (Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas). Adicionalmente en la implantación del proyecto se considera la realización de medidas de prevención y mitigación impactos ambientales derivadas del mismo.

El mantenimiento de un hábitat favorable para la fauna asociada al tipo de vegetación presente en el predio, será imposible, ya que al ser retirada ésta, la cual representa la fuente de alimentación, refugio y protección. Estas franjas desaparecerán una vez que se dé comienzo a las actividades del proyecto y perdurarán hasta el fin de la vida útil del mismo.

Aunque será retirada la cubierta vegetal de las áreas que dividirán los lotes fraccionados, y de las áreas donde se pretende construir; esto no pondrá en riesgo la biodiversidad en el ámbito de la cuenca hidrológica, debido a la escasa presencia de especies y a lo común de su distribución.

Como se verá en el Capítulo X del presente estudio, no se compromete la biodiversidad en el predio por la implementación del proyecto, tanto para la flora como para la fauna silvestre, ya que en ambos casos se prevé la implementación de medidas específicas que permitirán la conservación de los mismos atreves de su reubicación parcial y total respectivamente.

No obstante lo anterior, se considera que el cambio de uso de suelo propuesto, no afecta ni compromete la prestación del servicio ambiental relacionado con la protección de la biodiversidad existente en la superficie de cambio de uso de suelo, considerando que sólo en 14,334.19 m² de dicha superficie se llevará a cabo la remoción total de la vegetación; y los 16,489.85 m² restantes que se mantendrán como áreas de conservación natural dicha superficie se estará promoviendo la conservación del acervo genéticos de las especies que se encuentran presentes, las cuales serán afectadas con el cambio de uso de suelo; esto también se ve beneficiado con el rescate de la flora y la fauna que se tiene proyectado de manera previa al cambio de uso de suelo.

Asimismo, en el capítulo XII, de la justificación técnica se demuestra que no se comprometerá la biodiversidad en el predio del proyecto, mediante la estimación de los índices de diversidad de Shannon – Wiener, mismos que se obtuvieron dentro del sistema ambiental así como los obtenidos en el predio, de tal manera que al hacer una comparación de los mismos, se pudo comprobar que no se pone en riesgo la biodiversidad en el predio

Disminución en la captura de carbono y mitigación de los gases de invernadero (reducción, absorción, fijación y almacenamiento de dióxido de carbono).

Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia seca. El saldo es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición de ésta. Este servicio ambiental que prevén los bosques o selvas como secuestradores de carbono (sumideros) permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se incrementa debido a las emisiones producto de la actividad humana (Torres y Guevara, 2002).

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto, se utilizó el método IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), (Ordoñez, 2001), que considera los siguientes supuestos:

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que, dependiendo del tipo de suelo, se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986).

Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m³), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC=Vr \times Fd \times FCC$$

Donde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

Vr= Volumen real en m³

Fd= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

El procedimiento general realizado para la estimación de este indicador fue el siguiente:

- Clasificación de individuos por género
- Cálculo del volumen en metros cúbicos rollo por género

- Estimación de la superficie total ocupada (ha)
- Multiplicación del factor de densidad (para coníferas 0,48 y 0,60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez, 2001)
- Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0,45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)
- Multiplicación del resultado de esta última estimación por la superficie total, para obtener el indicador en toneladas por hectárea es de **16.039 m³**.

La captación de carbono depende de las especies de plantas, del contenido de materia orgánica, la estructura de edades de los árboles y del tipo de suelo y factores climáticos, en el caso del predio en estudio, la superficie donde se pretende realizar la remoción de vegetación para el cambio de uso del suelo (en selva mediana subperennifolia) es una superficie pequeña en relación a la existente en la cuenca hidrológica, por tal motivo su concentración es mínima, pero la remoción de la vegetación si afectará la prestación de este servicio ambiental. Esto se debe sumar a la dinámica de los procesos de cambio en la zona, cuya tendencia es la pérdida de las coberturas de vegetación primaria de ambos tipos de comunidades vegetales. De esta manera, la captura forestal de carbono se basa en dos cuestiones principales: la absorción activa de la nueva vegetación y las emisiones evitadas de la vegetación existente.

La medida de este servicio ambiental se tasa en toneladas de CO₂ fijado por hectárea al año, lo anterior en función que los datos obtenidos son comparables, tanto entre superficies del mismo tipo de vegetación, como entre diferentes tipos de vegetación; lo anterior bajo la premisa que Una tonelada de carbono capturada en un lugar contribuye de igual forma a la reducción del cambio climático que una tonelada capturada en cualquier otro lugar (Pagiola, Landell-Mills y Bishop; 2002).

Por lo general, debido al alto contenido de carbono en los bosques y a los efectos potencialmente significantes del cambio climático, las estimaciones de los valores de almacenaje de carbono tienden a superar los demás beneficios forestales, muchas veces incluyendo la madera. Las estimaciones publicadas varían de US \$650 a \$3,500 por hectárea en términos de valor actual neto. Con base en las consideraciones previas, la importancia de este servicio ambiental se considera Muy Alta debido a que la aportación del servicio ambiental tiene relevancia para todos los habitantes de la cuenca y es un proceso vital para todos los seres vivos.

Por otra parte, el grado de afectación se considera Bajo en función de que la superficie que ocuparía el proyecto representa solamente el 0.00032% de la superficie total de la cuenca; por otro lado, la planeación de desarrollos urbanos en la zona ocasiona que el servicio ambiental se halle disminuido y comprometido a desaparecer, por lo que la contribución de 3.82 hectáreas a este servicio ambiental no compromete al mismo. De igual manera debe considerarse que las medidas de compensación que se realicen para disminuir el impacto de la eliminación de la vegetación en el predio disminuirán el grado de afectación del servicio ambiental.

Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.

Al igual que en el caso de la regulación de la química atmosférica, este servicio ambiental que brinda la vegetación forestal existente en el área del proyecto tiene relevancia Muy Alta para todos los seres vivos de la cuenca. La captura de CO₂ a través de la vegetación contribuye a la disminución de la concentración de los gases de invernadero en la atmósfera, lo cual ayuda a la conservación de la temperatura global y por consiguiente a la conservación del régimen climático. También debe considerarse el volumen de CO₂ que se reintegrará a la atmósfera como producto de la descomposición del volumen de madera que se elimine como resultado del cambio de uso del suelo.

Por otra parte, la contribución de las 3.08 hectáreas, para las cuales se solicita la autorización de cambio de uso del suelo, a este servicio ambiental, en relación con lo que brinda el restante de la cuenca, es mínimo, en principio por el porcentaje de la superficie que representa, así como por la eminente eliminación de la vegetación que el desarrollo urbano ocasionará en dicha superficie, lo anterior considerando que independientemente del proyecto, la superficie objeto del presente será usada para el desarrollo turístico de la zona de Tulúm y Playa del Carmen, razón por la cual esta contribución al servicio ambiental desaparecerá. Sin embargo, la implementación de medidas de compensación por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales podría redundar en una disminución menor de este servicio ambiental.

Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.

Este servicio ambiental considera las funciones que cumple el ecosistema cuando actúa como un regulador de las fluctuaciones y cambios ambientales que se origina en eventos tales como tormentas, inundaciones, sequías y huracanes entre otros, principalmente por la estructura de la vegetación. Es importante señalar que este servicio ambiental depende en gran medida del buen estado de conservación de la vegetación y de la extensión de la misma, ya que la disminución de estos factores disminuyen la capacidad de resiliencia del ecosistema, ya que esta depende en forma directa de la riqueza de especies y complejidad de interacciones (es decir, un sistema en el cual sus integrantes tengan más diversidad y número de funciones ecológicas será capaz de soportar de mejor manera una perturbación específica).

En este caso, como fue descrito en el Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad "A" la superficie por la que se solicita el cambio de uso del suelo en terrenos forestales se encuentra en una zona de desarrollo, donde la vegetación se encuentra fuertemente fragmentada por el desarrollo urbano, con lo cual se ve disminuida su capacidad de brindar el servicio de amortiguamiento e integridad del ecosistema ante la ocurrencia de los eventos antes mencionados.

Hábitat para poblaciones residentes y pasajeras.

Este servicio ambiental se refiere al papel del ecosistema para brindar áreas de refugio, alimentación y reproducción para las especies animales residentes y migratorias. Una de las medidas más efectivas para mantener la diversidad es la protección estricta para conservar el

hábitat. Para lograr dicho objetivo se deben incluir cambios significativos en las prácticas de manejo forestal que favorezcan especies arbóreas particulares tales como la explotación menos intensiva, el uso de métodos de explotación de madera de bajo impacto, o la restricción de explotación en ciertas áreas.

En el caso particular del predio en estudio, en donde se pretende realizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, al ser un uso de suelo predeterminado a ser para uso urbano, se elimina la posibilidad de desempeñar este servicio ambiental en el largo plazo.

En las condiciones actuales, de acuerdo con las observaciones hechas durante los muestreos, en esta área, se observó la presencia de especies silvestres terrestres y la presencia de animales domésticos y posiblemente ferales que interactúan entre los medios urbanos y los parches de vegetación de selva mediana subperennifolia. El único grupo de fauna que se observa que aún usa los recursos de refugio y alimentación, es el de las aves, aunque debe especificarse que se ven favorecidas las especies generalistas y oportunistas que interactúan con las áreas urbanas. En virtud de lo anterior, la importancia de este servicio ambiental para la superficie en la que se pretende realizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en relación al disponible en el restante de la cuenca es baja y el grado de afectación por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en el predio en estudio es bajo.

Fuente de materiales y productos biológicamente únicos.

La disponibilidad del recurso forestal se considera como condición para el servicio ambiental consistente en la factibilidad de contener material natural que sirva de base para la elaboración de medicinas, genes de resistencia a patógenos y plagas de cultivos y especies ornamentales. A este respecto, como se describe en el estudio técnico justificativo, la vegetación presenta un alto grado de degradación debido a las actividades humanas que se realizan en la zona y que han modificado las condiciones naturales de la vegetación; en este sentido, la diversidad de especies vegetales y animales que se encuentra en la superficie para la cual se solicita la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales está drásticamente disminuida, con lo cual, la probabilidad de encontrar materiales y productos biológicamente únicos es remota.

En este sentido, este servicio ambiental tiene un valor de importancia Alto para la cuenca, pero se identifica que la remoción de la vegetación en la misma tiene un grado de afectación bajo en relación a la disponibilidad del mismo a nivel de cuenca.

Captura de Carbono

Las selvas son importantes productores del oxígeno que respiramos; esto se debe al proceso de fotosíntesis a través del cual las plantas y árboles utilizan el carbono que está disuelto en el aire en forma de dióxido de carbono y lo depositan en sus tejidos; como producto secundario de este proceso liberan oxígeno a la atmósfera.

El cambio de uso de suelo solicitado, sin duda disminuye la cantidad de vegetación presente en el sitio, ya que por requerimientos de la preparación, construcción y de la propia operación de la obra, se requiere que se encuentre libre de vegetación.

Para el caso que nos ocupa, la superficie donde se pretende realizar la remoción de la vegetación (selva mediana subperennifolia) se presenta prácticamente en la totalidad del predio de proyecto, sin embargo, el desmonte o afectación de estas comunidades será de manera paulatina conforme se vayan realizando las actividades, con lo cual se contribuye a mantener una cubierta vegetal, que coadyuve a la captura de carbono. Si bien la promoverte afectará de manera paulatina, la estimación de la cantidad es muy vaga ya que está en función del tipo de vegetación y de acuerdo a la literatura consultada, los beneficios de la captura de carbono generalmente se definen en costos y daños evitados. Este método toma en cuenta las estimaciones de los daños marginales causados al liberar CO₂ a la atmósfera (Cline, 1992; Nordhaus, 1993. Frankhauser (1995), revisa las investigaciones previas y lleva a cabo su propio análisis para proponer una cifra "central" o de referencia de US \$20 por tonelada.

Captación de agua

La captura de agua es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando su infiltración que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. Al contar con un buen sistema de filtrado a través del suelo, el agua llega hasta los acuíferos en el subsuelo que a su vez son la cuna de ríos y lagos de donde nos proveemos de agua. Los servicios ambientales hidrológicos podrían ser afectados a raíz de cambios en las funciones hidrológicas de las selvas, tales como la intercepción de lluvias o la infiltración en el suelo. Por ejemplo, el incremento de la deforestación con el aumento de las condiciones secas puede reducir el estrato superficial de sustancias orgánicas. Esto causaría menor infiltración y mayor escorrentía a nivel del bosque, y caudales mínimos o máximos más extremos a nivel de la cuenca (Townsend et al., 2004). Los cambios en ecosistemas impactarán también el servicio ambiental de regulación de la calidad del agua, especialmente en lo que concierne la concentración de elementos químicos o biológicos y el transporte de partículas sólidas (erosión).

La captura de agua no sólo depende de la cuantía de las zonas arboladas y de las condiciones en que éstas se encuentren, sino también de la disponibilidad de lluvia y de las características de suelo. En la zona del predio en estudio no se presentan sobreexplotaciones de agua, en este sentido no se tienen problemas de desequilibrio, entre su extracción y la recarga de acuíferos; esto implica que el costo de oportunidad de la selva como capturador de agua es bajo.

La captura de agua o desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada, corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por este (Torres y Guevara, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del

mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas (Torres y Guevara, 2002).

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo a través de la superficie de la tierra. La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en la capa no saturada y está disponible para ser transpirada por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

El escurrimiento se puede estimar a través de la aplicación del método propuesto en la NOM-011-CNA-2000 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales.

Este método parte de valores de k, que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso actual. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como tipo "B" que pertenece a los "suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad; lo es algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos", y de uso de suelo clasificado como "Bosque, cubierto entre un 50 al 75%". Cuando sea realizado el proyecto se considerará un uso de camino "Barbecho, áreas incultas y desnudas" y después, cuando se haga el mantenimiento de la zona se considerará como "Pradera permanente".

A cada uno de ellos le corresponde un valor k que se aplicará en la ecuación siguiente:

$$C_e = k * (P-250)/2000 + (k-0.15)/1.5$$

Donde:

C_e = Coeficiente de escurrimiento

k = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de k es mayor que 0.15. Cabe mencionar que también solo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2150 mm. Para el caso del proyecto en cuestión se tiene un valor P= 1463.75 (Capítulo V)

Para el caso particular del proyecto se tiene lo siguiente:

P = Precipitación en el sitio, reportada como 1,463.75 mm anuales

k = Para este caso se obtuvo un valor que sería el siguiente para cada uno de los suelos; Bosque cubierto del 50 al 75% = 0.22; Barbecho, áreas desprovistos de vegetación = 0.28; con proyecto = 0

Calculo del coeficiente de escurrimiento con el bosque cubierto 50 al 75 %.

$$\begin{aligned} Ce &= 0.22 * (1463.75 - 250) / 2000 + (0.22 - 0.15) / 1.5 = \\ Ce &= 0.22 * 0.6068 + 0.0466 = \\ Ce &= 0.1800 \end{aligned}$$

Calculo del coeficiente de escurrimiento para áreas desprovistas de vegetación:

$$\begin{aligned} Ce &= 0.28 * (1463.75 - 250) / 2000 + (0.28 - 0.15) / 1.5 = \\ Ce &= 0.28 * 0.6068 + 0.0866 = \\ Ce &= 0.2565 \end{aligned}$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

Vol. escurrimiento natural Mm^3 = (Prec. anual de la cuenca) * (Área de afec. Km^2) * (Coef. de esc.)

Bosque cubierto 50 al 75 %.

$$\begin{aligned} \text{Vol. Esc.} &= 1.4637 * 0.0004470 * 0.1800 = \\ \text{Vol. Esc.} &= 0.0001177 Mm^3 = 117.7 m^3 \end{aligned}$$

Áreas desprovistas de vegetación

$$\begin{aligned} \text{Vol. Esc.} &= 1.4367 * 0.0004470 * 0.2565 = \\ \text{Vol. Esc.} &= 0.0001647 Mm^3 = 164.7 m^3 \end{aligned}$$

En relación a la infiltración, la norma no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - \text{VolESC}$$

Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m^3)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m^3);

P = Precipitación anual (m) * Área de interés (km^2)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m^3)

Con lo que el escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

Bosque cubierto del 50 al 75%

$$\text{Infiltración} = 0.001463 - 0.0001177 = 0.001321 \text{ Mm}^3 = 1,321 \text{ m}^3$$

Barbecho, áreas desprovistas de vegetación.

$$\text{Infiltración} = 0.001463 - 0.0001647 = 0.001298 \text{ Mm}^3 = 1,298 \text{ m}^3$$

En conclusión, una vez realizado el desmonte para la implementación del proyecto, la infiltración en el sitio disminuirá 23 m³ anuales, por lo que no se afectaran los niveles de infiltración en el predio así como la recarga de acuífero y se mantendrá el cuerpo de agua que se encuentra en el predio sin afectación en cuanto a sus niveles de recarga.

Por lo tanto, considerando el volumen de captación de agua que se da en la superficie total del predio, en comparación con el volumen de captación de agua en la superficie de cambio de uso de suelo, podemos concluir que el servicio ambiental relacionado con la captación de agua no se pone en riesgo en la fracción del predio con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que la captación se estaría reduciendo a un volumen mínimo y menos aun si se considerasen las condiciones de la microcuenca.

EN CALIDAD

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal.

La primera determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la segunda mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición

relativamente natural o sin influencia de la actividad humana hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

Para medir la calidad del agua se indican los estándares previstos en los monitoreos realizados por la CONAGUA en el cuadro siguiente.

T2.17 Escalas de clasificación de la calidad del agua		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)		
Criterio (mg/l)	Clasificación	Color
DBO ₅ ≤ 3	EXCELENTE. No contaminada.	AZUL
3 < DBO ₅ ≤ 6	BUENA CALIDAD. Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.	VERDE
6 < DBO ₅ ≤ 30	ACEPTABLE. Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	AMARILLO
30 < DBO ₅ ≤ 120	CONTAMINADA. Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	NARANJA
DBO ₅ > 120	FUERTEMENTE CONTAMINADA. Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	ROJO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		
DQO ≤ 10	EXCELENTE. No contaminada.	AZUL
10 < DQO ≤ 20	BUENA CALIDAD. Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	VERDE
20 < DQO ≤ 40	ACEPTABLE. Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	AMARILLO
40 < DQO ≤ 200	CONTAMINADA. Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	NARANJA
DQO > 200	FUERTEMENTE CONTAMINADA. Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	ROJO
Sólidos Suspendidos Totales (SST)		
SST ≤ 25	EXCELENTE. Clase de excepción, muy buena calidad.	AZUL
25 < SST ≤ 75	BUENA CALIDAD. Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto.	VERDE
75 < SST ≤ 150	ACEPTABLE. Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido.	AMARILLO
150 < SST ≤ 400	CONTAMINADA. Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido.	NARANJA
SST > 400	FUERTEMENTE CONTAMINADA. Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces.	ROJO

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

Los resultados emitidos por la CONAGUA 2010 en base a los muestreos realizados para los principales parámetros utilizados en la calidad del agua se muestran en el cuadro siguiente, en el que se destaca que las aguas muestreadas para la Península de Yucatán, la calidad del agua está dentro del rango de excelente o de buena calidad para los tres parámetros en comento.



Figura 81 Demanda Bioquímica de Oxígeno (CONAGUA, 2010)



Figura 82 Demanda Química de Oxígeno (CONAGUA, 2010)



Figura 83 Sólidos disueltos Totales (SST), (CONAGUA, 2010)

Que la implementación de proyecto si creara una disminución de la capacidad de infiltración ya se afectara una porción del predio, sin embargo es necesario mencionar que debido a que la

superficie del proyecto solo corresponde a una superficie de 1.43 has, y que aledaño al proyecto existen diversos predios que conservan la vegetación forestal natural, aunado a que el proyecto está diseñado conforme a lo establecido en los diferentes órganos de planeación (POEL y PPDU) que rigen la zona, en los cuales ya se determinaron las áreas posibles de afectación y las áreas de conservación que permitan seguir conservando la captación de agua en la zona, se determina que la reducción de la cubierta vegetal por la implementación del proyecto, si afectará la capacidad de captación de agua en la zona del predio. Sin embargo, este efecto no será del significativo ya que el impacto será en un área puntual del predio en un ecosistema de selva mediana subperennifolia.

Medidas prevención y mitigación

De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para evitar o mitigar los posibles efectos negativos que se pudieran presentarse al acuífero por llevar a cabo el cambio de uso de suelo; a continuación se listan dichas medidas mismos que a continuación se describen:

- Se instalarán sanitarios portátiles tipo "Sanirent" durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, a razón de 1 por cada 10 trabajadores, con lo cual se evitará la micción y defecación al aire libre, y en consecuencia se estará evitando la contaminación del acuífero por el vertimiento de aguas residuales directamente al suelo sin previo tratamiento. Cabe mencionar que las aguas residuales que se generen en los sanitarios, serán retirados del predio por la empresa prestadora del servicio, con lo que se garantiza que existirá un correcto manejo, retiro y disposición final de dichos residuos.
- Se instalarán contenedores herméticamente cerrados para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de llevar un estricto control sobre dichos residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y por ende, penetrar el subsuelo y contaminar el acuífero.

Conservación de la biodiversidad (flora y fauna silvestres)

Todas las sociedades dependen, directa o indirectamente de la biodiversidad y de los recursos biológicos, cuyo valor es predominante intrínseco. La ausencia de un valor aparente, sumada a la inexistente o deficiente regulación de los derechos de propiedad, suele traducirse en la sobreexplotación y el uso indiscriminado de la biodiversidad y de numerosos recursos biológicos.

En las áreas con vegetación que se verán afectadas con la construcción de este proyecto se encontraron especies protegidas, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, o de importancia ecológica o de difícil regeneración, además de que algunas especies de fauna cobran importancia a nivel regional, ya que algunas son aprovechadas para satisfacer diferentes necesidades locales. Si bien es cierto, que con la lotificación del predio se afectarán algunas especies, en términos

generales, no se verán eliminadas, ya que dentro del área de estudio o de influencia del proyecto son abundantes. Además que serán sujetas a rescate el mayor número de ejemplares y trasplantadas a donde la autoridad lo crea conveniente.

La Protección Y Recuperación De Suelos

Es evidente que la cobertura vegetal es un elemento importante en la protección y recuperación del suelo en un ecosistema, ya que sus raíces fijan el sustrato impidiendo que sea arrastrado por corrientes superficiales de agua; y su extenso follaje impide que la energía de la lluvia y el viento incidan en forma directa sobre el recurso, evitando su pérdida por erosión (eólica o hídrica). La interacción de los vegetales con el viento resulta interesante: los primeros actúan como una barrera modificando la trayectoria o la velocidad de éste, lo que permite proteger a los organismos y al suelo de la erosión (Irma Rosas P., et al).

Existen cuatro procesos de degradación de los suelos: la erosión hídrica y eólica, y la degradación física y química. De estos procesos, el que estará implicado en el cambio de uso de suelo es la degradación física, la cual se presenta en cinco tipos específicos: compactación, encostramiento, anegamiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva; a su vez, de estos 5 tipos de degradación física, el que estará involucrado en el proyecto es la compactación la cual se refiere a la destrucción de la estructura del suelo asociada frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso frecuente de maquinaria pesada, provocando la ruptura de los agregados del suelo, mientras que en el caso particular del proyecto, estará asociado al desplante del futuro desarrollo habitacional; el cual ocasionará el sellado del suelo, impidiendo la infiltración del agua de lluvia hacia el subsuelo, y propiciando la pérdida de su función productiva; sin embargo, es importante mencionar que esta pérdida sólo ocurrirá en el 14.50 % de la superficie total del predio donde se desplantarán las obras permanentes, mientras que el 85.50 % restante, permanecerá en estado natural y/o como áreas verdes jardinadas, lo cual favorecerá la protección y recuperación del suelo; en ese sentido, se estima que ocurrirá una reducción en la prestación del servicio ambiental de protección y recuperación del suelo, pero no su pérdida total, y por lo tanto, no se pone en riesgo con el cambio de uso de suelo propuesto. Asimismo, es importante señalar que de acuerdo con los resultados obtenidos mediante los análisis realizados en el capítulo V y VIII donde se estimo la erosión potencial que se pudiera dar en el predio por la implementación del proyecto, se reduce a 0.468 toneladas/ha/año que es inferior a 10 t/ha/año que es el máximo permisible para México. Por consiguiente, la erosión estimada por el desarrollo del proyecto es poco significativa por lo que se considera que el servicio ambiental no se verá afectado significativamente.

Paisaje Y La Recreación

El concepto de paisaje ha sido muy discutido y controvertido en los últimos años, sin embargo, no existe una definición que satisfaga completamente todos los puntos de vista. Esto se debe a la jerarquía taxonómica que se asigna a uno o algunos de sus componentes, a su extensión o cobertura y a la temporalidad con que se le conciba. No obstante, en las diferentes definiciones

que aparecen en la literatura, se aprecia una tendencia a relacionar y concatenar los componentes físicos y bióticos que conforman el medio natural.

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dun 1974). De acuerdo con diversos autores, el medio se hace paisaje cuando alguien lo percibe, es decir, conceptualmente existe un paisaje sólo si existen observadores.

En general, por territorio se entiende el medio natural que ha sido construido y transformado por el hombre. Un espacio sobre el que se ha intervenido buscando un determinado tipo de aprovechamiento, el desarrollo de este territorio. De lo que se construye para desarrollar el territorio, lo que tiene más voluntad de permanencia y sirve de soporte a todo tipo de actividades son las infraestructuras.

Para el caso de este proyecto, se propone mantener la cobertura vegetal nativa en las zonas destinadas como conservación, así como la implementación de áreas verdes jardinadas, lo que aunado al diseño y distribución de las mismas, permitirá mantener la identidad de la cobertura vegetal nativa, y por lo tanto de su fisonomía original.

El desarrollo del proyecto afectara el paisaje, sin embargo esta afectación será de manera puntual en el área del proyecto, en vista de que el proyecto está dentro de una zona urbana en expansión donde se han desarrollado diversos fraccionamientos habitacionales, cabe recordar que dicha zona estaba considerada como un área con aprovechamiento urbano, tanto en el PDU, como el Ordenamiento territorial de la zona los cuales ya incidieron de manera negativa sobre el paisaje. La percepción visual puede ser atenuada, ya que se está dejando un área de conservación de 85.50 % m² con vegetación nativa, es por esta razón que podemos determinar que la afectación del paisaje no es de manera directa por la implementación del proyecto.

En base a ello, y en conjunto con la información reportada y a los constantes recorridos de campo realizados, podemos determinar que el paisaje del predio se encuentra en proceso de deterioro ya que las actividades antropogénicas y obras de construcción en los predios aledaños están propiciado la perturbación del lugar, esto indudablemente se ve reflejado en las condiciones que presenta la vegetación y la escasa población faunística; aunado a esto podemos incluir las diversas alteraciones que ha sufrido la vegetación y en general el paisaje por la presencia de los huracanes que han tenido presencia en este lugar.

Conclusión

Se cree que los servicios ambientales están entre los beneficios más importantes que brindan las selvas. Normalmente se menciona la protección de cuencas hidrológicas, la conservación de la biodiversidad y la captación de carbono como justificación de la conservación forestal o como criterios e indicadores clave de la administración forestal sostenible. En muchos casos se afirma que dichos servicios ambientales tienen más valor que la madera y otros productos provenientes

del bosque. Recientemente ha mejorado dramáticamente la interpretación científica del papel que los bosques realizan en estos servicios ambientales.

Cada vez queda más claro que la naturaleza y la magnitud de los servicios ambientales son altamente dependientes del sitio, y que su valor económico varía con el número y las actividades de los habitantes de las poblaciones cercanas y lejanas a los ecosistemas. Los costos y riesgos de asegurar los servicios ambientales mediante la silvicultura también se entienden mucho mejor, lo mismo que los conflictos y la complementariedad entre los diferentes servicios ambientales y los demás usos de las tierras boscosas. Es un hecho que en muchas partes, los valiosos servicios ambientales que se podrían obtener a un costo relativamente bajo, se desperdician debido a políticas forestales inadecuadas o ineficaces.

En general, la política pública está a la zaga de la interpretación científica de los servicios ambientales forestales. Parece que los esfuerzos de crear mecanismos más eficaces y equitativos, en particular para la captación de carbono, avanzan a paso lentísimo.

Afortunadamente hay muchos ejemplos positivos que muestran cómo pueden llevarse al mercado los servicios ambientales forestales de tal manera que se proteja el medio ambiente de forma eficaz, eficiente y equitativa.

Como conclusión final una vez analizados los cuatro diferentes servicios ambientales que serán afectados con la lotificación del Predio Sn. Martín, se llega a lo siguiente: se considera que serán afectados únicamente de manera paulatina y con una intensidad y magnitud baja hacia estos servicios. Los servicios que prevén los ecosistemas se pueden dividir en tres grandes categorías:

Los servicios de la provisión de bienes: como alimentos, medicinas, fibras, leña, semillas, entre otros.

Los servicios ligados a la regulación del medio ambiente; la provisión de agua, calidad del aire, control de la erosión, conservación de plantas y animales, banco genético y como soporte esencial en la litigación de riesgos naturales.

Los servicios que tienen que ver con su valoración por razones culturales, religiosas y como espacios importantes para la recreación. Luego de un análisis de las características del predio, encontramos que los servicios ambientales presentes en el área donde se ubica el proyecto y en su área de influencia no se verán afectados, considerando lo siguiente:

El cambio de uso del suelo, sin duda disminuye la cantidad de vegetación presente en el sitio. Pero al tener un enfoque ecológico el proyecto, la cubierta vegetal será respetada casi en su totalidad. Y solo será removida la vegetación en las áreas que así requieran.

El cambio de uso del suelo es más de tipo legal que biológico y su objeto son asegurar el establecimiento de una superficie como un área de permanencia, seguridad y servicio del proyecto. Detallando los servicios ambientales por categorías y con la información de capítulos anteriores de este estudio, se tiene el siguiente análisis:

La provisión de bienes como alimentos, medicinas, fibras, leña, semillas, etc., no se verá afectada, ya que en general la población no utiliza los recursos del área de influencia con este objeto, como una fuente de suministros de este tipo, y la superficie afectada con relación al entorno natural es poco significativa.

La zona objeto del proyecto no tiene cualidades para prestar un servicio ambiental que tenga un valor cultural, religioso o como espacios importantes para la recreación.

La zona donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo, esta dentro del polígono del plan de desarrollo urbano de la comunidad de Akumal, en la parte territorial del Municipio de Solidaridad incluido en el POEL de Solidaridad como una zona de desarrollo urbano

Precisamente dentro de los criterios de elección de las áreas se evita afectar este tipo de áreas, a fin de no afectar a la sociedad de esta manera.

Por lo que toca a los servicios ligados a la regulación del medio ambiente: la provisión de agua, calidad del aire, control de la erosión del suelo, conservación de plantas y animales, banco genético y como soporte esencial en la litigación de riesgos naturales, tampoco se espera un efecto significativo sobre ellos, en principio por que la obra puntual y en una superficie relativamente pequeña, y que no será obstáculo para el desarrollo o la reproducción de especies animales o vegetales.

Muchos de los servicios ambientales no son valorados ni intercambiados en el mercado y por lo tanto no son tomados en cuenta cuando se toman decisiones relacionadas con la administración de la vegetación forestal. Es por ello esencial entender en que cambian los servicios ambientales cuando se pierde o se degrada la cubierta vegetal.

Por todo lo antes expuesto, se puede concluir que no se pone en riesgo ninguno de los servicios ambientales identificados, pues los impactos ambientales evaluados no son críticos. La aplicación de las medidas de mitigación y compensación que se proponen, tienen como objetivo principal atenuar los impactos por el desarrollo del proyecto, generando condiciones ambientales similares a las originales.

CAPITULO XII

XII. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Dentro del polígono del proyecto existe básicamente selva mediana. El predio destinado para el proyecto actualmente se encuentra perturbado, la existencia de caminos, brechas y un camino propicia la fragmentación del ecosistema; las actividades humanas que se realizan en los alrededores (tránsito de vehículos) retardan la regeneración natural del sistema impactado.

El sitio no se trata de un ecosistema no perturbado o que presente un alto grado de conservación. La principal relevancia del sitio constituye el papel que juega el ecosistema en la dinámica litoral y que forma parte de los pocos remanentes de vegetación costera en la Península.

La condiciones actuales en que se encuentra el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, donde destaca:

- Una superficie pequeña, ubicada en un entorno alterado.
- En cuya cobertura vegetal costera perturbada, dominan elementos herbáceos principalmente y arbustivos, es importante recalcar que se mantendrán áreas de conservación.
- El programa de ordenamiento permite el establecimiento del proyecto.
- El predio se encuentra dentro del polígono de desarrollo urbano de la comunidad de Akumal.
- Bajo una política de ordenamiento y criterios de uso que hacen viable el desarrollo del proyecto.

Las características topográficas y de ubicación del predio, junto con las disposiciones municipales en cuanto al uso del suelo y la planeación ordenada de uso del territorio, determinan que existen las bases técnicas para el cambio de uso del suelo e implementación del proyecto.

Aunado a los puntos anteriores, el análisis que se hace en este documento tiene por objeto justificar la necesidad del cambio de uso de suelo de dicha superficie solicitada, para lo cual se describen las condiciones generales del terreno, sus características físicas y biológicas, las características generales del proyecto y las medidas de protección, prevención y mitigación de los impactos ambientales que se generaran por el proyecto.

Una de las principales justificaciones técnicas para llevar a cabo la ejecución de los cambios de uso de suelo, es que se cumplan con los 4 supuestos que establece el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, mismo que son:

- **Que no se comprometa la biodiversidad del sitio:**

A continuación se presenta la justificación del supuesto número 1 de las hipótesis normativas de excepción que marca el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; dicho supuesto señala que con el CUSTF propuesto no se ponga en riesgo la biodiversidad, los ecosistemas o las formas de vida:

El objetivo principal es realizar un Cambio de Uso de Suelo de Terreno Forestal (CUSTF) para la lotificación del predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo, del proyecto denominado Mango Eco-Villas.

A nivel cuenca hidrográfica se reportan 14 diferentes tipos de vegetación y/o usos de suelo, la asociación mejor representada es la selva mediana subperennifolia, reportándose en 1'092,377.95 ha (74% de la superficie total de la misma). El tipo de vegetación presente en la superficie solicitada para CUSTF es: Selva Mediana Subperenifolia (0.447 ha).

En función del porcentaje que representa la superficie solicitada para CUSTF, con respecto a la superficie total de la cuenca (0.00009%) así como a la superficie arbolada de la misma (0.0010%), la superficie solicitada para CUSTF no puede considerarse como un elemento netamente indispensable en los ecosistemas forestales de la cuenca.

Se realizó la revisión del estatus de las especies de flora identificadas durante el levantamiento de información de campo (a nivel cuenca y superficie solicitada para CUSTF), para la misma asociación a ocupar con el CUSTF, lo anterior conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, encontrando que a nivel cuenca se registraron 3 especies enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la referente norma (*Thrinax radiata*, *Coccothrinax readii* y *Zamia loddigesii*); mientras que dentro de la superficie solicitada para CUSTF se registró un total de 2 diferentes especies enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la citada norma (*Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*). Lo anterior significa que estas 2 especies se encuentran bien representadas en el ecosistema y que por lo tanto, el CUSTF aquí propuesto no pretende ocupar superficies donde existan especies en algún estatus de protección de rangos de distribución restringidos.

Además, utilizando las técnicas y metodologías adecuadas, ambas especies, presentan una alta sobrevivencia a las actividades de rescate, colecta y reubicación, por lo tanto, esto disminuye los riesgos de afectar individuos de las citadas especies, ya que estas forman parte de las propuestas en el programa de rescate, colecta y reubicación de flora silvestre.

En lo que se refiere al estado de conservación de los ecosistemas del área, riqueza, abundancia y biodiversidad se puede señalar lo siguiente:

Hoy en día los bosques tropicales son reconocidos como los más diversos del mundo en términos de su riqueza y abundancia relativa, entre otras características de la biodiversidad (Condit et ál.

2002). En la actualidad los bosques tropicales enfrentan un acelerado proceso de degradación a causa de las actividades humanas, con la consecuente extinción local de especies (Ochoa-Gaona et ál. 2007).

A nivel de la cuenca, en lo que se refiere a usos de suelo y vegetación, INEGI (2005) reporta poco más del 10.9% de la superficie de la misma con un uso diferente al forestal y originado por actividades antropogénicas. Dentro de estas superficies se incluyen las que se reportan con presencia de vegetación secundaria de selva, agricultura de temporal y desarrollos urbanos.

En el caso del deterioro de la vegetación por la presencia de asentamientos humanos en la cuenca es de menor escala y tiene sus incrementos importantes en la zona costera de la misma. Al nivel de las superficies necesarias para el desarrollo del proyecto es preponderante la aparición de usos diferentes al forestal (vías de comunicación o caminos de terracería o áreas sin vegetación aparente); producto del incremento de la mancha urbana de la localidad de Akumal.

En la región sur-sureste de México existe una gran cantidad de información relacionada con la estructura y diversidad florística de las comunidades vegetales y de los impactos de las diferentes actividades humanas en dicha estructura y diversidad (Read y Lawrece 2003, Urquiza-Hass et ál. 2007). Sin embargo, trabajos que pretendan explicar el impacto antropogénico en las comunidades vegetales desde la perspectiva funcional no existen (Chan-Dzul; 2010).

Con la intención de tener parámetros de comparación en cuanto a diversidad florística tanto de la cuenca en un ecosistema similar al afectar, como en la superficie solicitada para CUSTF, se calculó el índice de diversidad (H') para cada estrato en los 2 niveles; los resultados se presentan a continuación.

Los anteriores resultados concuerdan con lo que señala Centeno 1989, Finegan 1992, Cruz 2000, Guariguata y Ostertag 2001, Toledo et ál. 2005; citado por Chan-Dzul, 2010; es decir, las asociaciones vegetales que se distribuyen en las superficies solicitadas para CUSTF son en términos de diversidad muy semejantes a la SMQ que se reporta en la región.

Estos resultados nos indican que los índices dentro de la superficie solicitada para CUSTF y la cuenca son muy similares, siendo mayor el H en el estrato medio e inferior dentro de las superficies solicitadas para CUSTF que dentro de la cuenca; lo anterior no nos indica otra cosa más que las superficies solicitadas para CUSTF presentan un estado de degradación ligeramente menor dada la existencia de mayor riqueza y abundancia en los estratos medio e inferior. Sin embargo, a nivel de especies no se encontraron especies que fueran exclusivas de la superficie solicitada para CUSTF, sino que todas ellas tienen un rango de distribución amplio en la cuenca; por lo que el CUSTF aquí propuesto no compromete la biodiversidad en la cuenca.

Análisis de diversidad (H') florística en la cuenca y en la superficie solicitada para CUSTF, separado por estratos.

Asociación	CUENCA	SUPERFICIE SOLICITADA PARA CUSTF
	(H') Por estrato	(H') Por estrato

	Superior	Medio	Inferior	Superior	Medio	Inferior
Selva Mediana Subperennifolia	3.22	2.80	2.65	1.29	1.83	0.064

Se registraron 56 especies incluidas en 27 familias. La familia con mayor riqueza de especies fue la Leguminosae, con un total de doce especies, seguida de la familia Palmae y Sapotaceae con cinco especies cada una. Las familias restantes presentan entre una y tres especies solamente.

Del total de la familias encontradas, el 59 % corresponde a aquellas que contienen una sola especie, 22 % corresponde a aquellas que contienen 2 especies, 8 % a aquellas que contiene 3 especies, 7 % a aquellas que contienen 5 especies y 4 % a aquellas que contienen 12 especies..

Las especies arbóreas con mayor importancia de acuerdo a su área basal, frecuencia y cobertura fueron: *Krugiodendron ferreum* (62.5311 m²/ha), *Metopium brownei* (16.4736 m²/ha), *Manilkara zapota* (9.7812 m²/ha), *Talisia olivaeformis* (3.5776 m²/ha), *Vitex gaumeri* (1.6632 m²/ha), *Gliricidia sepium* (1.6236 m²/ha) y *Coccoloba spicata* (1.3818 m²/ha).

Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal.

Se registró dos especies catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*.

En los sitios de muestreo se registraron un total de 108 ejemplares de *Thrinax radiata* (Chit) y 10 ejemplares de *Coccothrinax readii* (Nacax) en un total de 1,500 m²; con base en lo anterior, se podría estimar una cantidad mínima de 787 ejemplares por hectárea (720 ejemplares y 57 ejemplares, respectivamente).

Se debe considerar de esta especie que es sumamente abundante en la zona y que tradicionalmente es usada en la región como planta ornamental, motivo por el cual es común verla en centros urbanos, tanto en propiedades privadas como en áreas públicas.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORIA DE RIESGO
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	No endémica. En peligro de extinción.
<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	No endémica. Amenazada

Especies vegetales registradas en el predio, e incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En las áreas con vegetación que se verán afectadas con la construcción de este proyecto se encontraron especies protegidas, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, o de importancia ecológica o de difícil regeneración, además de que algunas especies de fauna cobran importancia a nivel regional, ya que algunas son aprovechadas para satisfacer diferentes necesidades locales. Si bien es cierto, que con la lotificación del predio se afectarán algunas especies, en términos generales, no se verán eliminadas, ya que dentro del área de estudio o de influencia del proyecto son abundantes. Además que serán sujetas a rescate el mayor número de ejemplares y trasplantadas a donde la autoridad lo crea conveniente implementando un programa

de rescate y reubicación de especies de acuerdo al artículo 123 bis de la ley general de desarrollo forestal sustentable.

De cualquier forma, el proyecto propone como principales medidas de mitigación para asegurar que con el CUSTF se ponga en riesgo la biodiversidad de la cuenca, las siguientes:

El ecosistema del área será reforzado con la aplicación de un programa de rescate, colecta y/o reubicación de flora que considera las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como aquellas que resultaron con una mayor abundancia relativa; de tal manera que se permitirá minimizar los impactos ocasionados a los ecosistemas y especies florísticas del área.

El proyecto propone como medida de compensación ambiental la reforestación de 1.43 ha (proporción 1 a 1), en una superficie diferente a la solicitada, dentro de la misma cuenca; con la finalidad de asegurar terrenos para la conservación a perpetuidad y recuperar cobertura vegetal que permita garantizar la existencia de sitios con biodiversidad dentro de la cuenca.

De lo anterior, se puede concluir que, el tipo de vegetación forestal identificada dentro de la superficie solicitada para CUSTF, está bien representada en la cuenca, que los índices de diversidad encontrados concuerdan con lo que se reporta por diversos estudios realizados en la zona y que la ejecución del proyecto no compromete la biodiversidad existente en la cuenca, que no se identificaron especies de flora que sean exclusivas de las superficies solicitadas para CUSTF ya que no obstante que 2 de ellas se encuentran enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, son propias o características de las SMQ en la cuenca; por lo que con la propuesta de aplicación de un programa de rescate, colecta y/o reubicación de flora que considera las especies nativas; será posible minimizar los impactos ocasionados a los ecosistemas y especies florísticas del área.

En lo referente a fauna silvestre, con base en la consulta de estudios realizados previamente en la cuenca en que se ubica el proyecto, se considera la presencia potencial de hasta 591 especies de vertebrados (416 especies de aves, 79 de mamíferos, 74 de reptiles y 22 de anfibios), en los diferentes hábitats y comunidades vegetales (Selva Mediana Subperennifolia, Manglar y vegetación de zonas inundables) que se presentan a lo largo y ancho de la cuenca.

De las 591 especies de vertebrados cuya distribución es potencial en la cuenca (revisión bibliográfica), 141 especies se encuentran enlistadas en alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: 8 anfibios; en cuanto a los mamíferos, se tienen 22 especies protegidas; mientras que para los reptiles se reportan 33 especies protegidas; y finalmente para aves se registraron 78 especies bajo alguna categoría de protección.

Para tener un parámetro de la situación que guarda la fauna silvestre en la cuenca del proyecto se efectuó un monitoreo de la misma, cuyos resultados fueron: un total de 230 vertebrados; de los cuales 120 son aves, 55 reptiles, 45 mamíferos y 10 anfibios.

Para la superficie solicitada para CUSTF se registró a un total de 23 vertebrados; 14 especies de aves, 3 de reptiles, 6 de mamíferos y 0 anfibios.

En lo que se refiere a diversidad, los resultados a nivel cuenca y nivel superficies solicitadas para CUSTF no son muy similares debido a la diferencia de superficies. El índice es mayor en la cuenca con respecto a la superficie solicitada para CUSTF; de cualquier forma, no se identificaron especies de distribución exclusiva a la superficie solicitada para CUSTF, ya que la totalidad de especies identificadas dentro de la superficie solicitada para CUSTF tienen rangos de distribución amplios.

Análisis de diversidad (H') faunística en la cuenca y en las superficies solicitadas para CUSTF, separado por grupos.

CUENCA				SUPERFICIES SOLICITADAS PARA CUSTF			
(H') Por estrato				(H') Por estrato			
Aves	Reptiles	Mamíferos	Anfibios	Aves	Reptiles	Mamíferos	Anfibios
3.72	3.09	2.98	1.46	0.432	0.168	0.3973	0.0

Presencia de especies de fauna bajo régimen de protección legal.

En los recorridos y muestreos realizados al interior del predio San Martín, se registraron especies de fauna que se encuentren listados dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, los cuales se incluyen en la tabla.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORIA DE RIESGO
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	Amenazada
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanca	Protección especial
<i>Aratinga nana</i>	Loro pechisucio	Peligro de extinción

Especies de fauna registrados en el predio San Martín que están incluidos dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tomando en consideración lo anterior, y partiendo de que se trata de especies de lento desplazamiento, durante la implementación de las actividades establecidas en el programa de rescate, colecta y traslocación de fauna silvestre, se les dará una prioridad y especial atención a dichas especies.

Si bien se espera que las actividades de CUSTF impliquen una modificación al hábitat de distintos grupos faunísticos en la superficie susceptible de desmonte, en ningún momento se prevé que el desarrollo del proyecto implique la pérdida de diversidad (riqueza y abundancia) de vertebrados, o el declive de sus poblaciones, toda vez que las 1.43 ha solicitadas para CUSTF representan únicamente el 0.00009% de la superficie de la cuenca (1'474,565.95 ha), y ninguna de las especies registradas durante los inventarios de campo se distribuye exclusivamente en el área susceptible a CUSTF; por el contrario, éstas se distribuyen a lo largo de toda la cuenca. Adicionalmente, es pertinente considerar que el proyecto contempla la implementación de actividades de manejo y rescate de vertebrados previo a las actividades de desmonte y despalme.

Considerando que de manera natural siempre existen fluctuaciones en los tamaños poblacionales —como consecuencia de diversos factores de presión, algunos de ellos incluso independientes de las actividades antrópicas, tales como la disponibilidad y calidad del alimento, la competencia con otras especies, la presencia de depredadores y parásitos, bajas tasas de fertilidad, etc.—, el mantenimiento de las poblaciones de vertebrados en la cuenca dependerá de que se logre un equilibrio no sólo del potencial impacto de las actividades de CUSTF con la correcta implementación de las medidas de mitigación y compensación consideradas para el proyecto y en este Documento, sino de la magnitud con la que incida el conjunto de factores que las regulan, aunado a la propia capacidad de resiliencia y resistencia de las especies, con las actividades que inciden en el deterioro de la cuenca, el cual actualmente ocurre de manera independiente al desarrollo del presente proyecto.

Con vista en los resultados de la riqueza, abundancia e índices de diversidad, es posible concluir que con el CUSTF requerido para el desarrollo del proyecto no se verá comprometida la biodiversidad de vertebrados, toda vez que las especies registradas en los inventarios de campo están ampliamente representadas en la cuenca del proyecto. En este sentido e independientemente de que se implementarán actividades de manejo y rescate tendientes a la conservación de la fauna silvestre, es posible concluir que no habrá una afectación a la diversidad gamma (regional), ya que el pool genético, los individuos y las especies de vertebrados terrestres registradas durante los muestreos de campo en la superficie solicitada para CUSTF continuarán existiendo en la cuenca en que se ubica el proyecto.

De lo anterior se puede resumir que con la correcta ejecución del proyecto, incluyendo las medidas de compensación propuestas, por las características propias de los ecosistemas del área, y fortalecido con las medidas de mitigación y compensación propuestas en el presente documento se permitirá asegurar que en ningún momento se ponga en riesgo la biodiversidad del área, los ecosistemas y/o las formas de vida.

Composición florística del predio.

Se registraron 56 especies incluidas en 27 familias. La familia con mayor riqueza de especies fue la Leguminosae, con un total de doce especies, seguida de la familia Palmae y Sapotaceae con cinco especies cada una. Las familias restantes presentan entre una y tres especies solamente.

Del total de la familias encontradas, el 59 % corresponde a aquellas que contienen una sola especie, 22 % corresponde a aquellas que contienen 2 especies, 8 % a aquellas que contiene 3 especies, 7 % a aquellas que contienen 5 especies y 4 % a aquellas que contienen 12 especies.

A continuación se presenta el listado de especies vegetales registradas en los límites del área destinada a cambio de uso de suelo forestal (CUSF).

Se observaron tres estratos definidos: estrato arbóreo, estrato arbustivo y herbáceo, así como a las especies trepadoras y de palmas.

El estrato arbóreo presenta diferencias en las distribuciones verticales (alturas), pero en general se encontraron un mayor número de individuos de talla mediana. Del listado se puede observar que tanto el dosel como la composición y diversidad de especies arbóreas se encuentra dentro de los parámetros para considerar esta asociación como selva mediana.

Las especies arbóreas con mayor importancia de acuerdo a su área basal, frecuencia y cobertura fueron: *Krugiodendron ferreum* (62.5311 m²/ha), *Metopium brownei* (16.4736 m²/ha), *Manilkara zapota* (9.7812 m²/ha), *Talisia olivaeformis* (3.5776 m²/ha), *Vitex gaumeri* (1.6632 m²/ha), *Gliricidia sepium* (1.6236 m²/ha) y *Coccoloba spicata* (1.3818 m²/ha).

En la siguiente tabla se incluyen los valores de importancia de las especies registradas en el estrato arbóreo, creada con base en los datos obtenidos en los sitios de muestreo de vegetación. Para obtener este valor se aplicó la metodología del Índice de Valor de Importancia (IVI) sugerida por Lamprecht (1990), la cual es una medida de cuantificación para asignarle a cada especie su categoría de importancia y se obtiene de la suma de la Abundancia relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa (Área basal).

La abundancia relativa es la proporción porcentual de cada especie entre el número total de los árboles multiplicados por 100.

La frecuencia relativa de una especie, se obtienen a partir del porcentaje de la suma de una especie entre la suma de las frecuencias de todas las especies multiplicado por 100.

La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área basal total evaluada multiplicada por 100.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
Sak tzalam	<i>Albizia tomentosa</i>	11.667	90.000	19.110	120.777
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	10.833	80.000	7.779	98.612
sak paj	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	1.667	20.000	0.802	22.469
Bojom	<i>Cordia alliodora</i>	0.833	10.000	0.830	11.664
Siricote	<i>Cordia dodecandra</i>	0.833	10.000	0.418	11.251
Siliil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	7.500	60.000	3.850	71.350
Álamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	1.667	20.000	1.775	23.442
Ts'í'ts'ilché	<i>Gymnopodium floribundum</i>	4.167	40.000	3.833	47.999
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	11.667	90.000	20.773	122.440
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	2.500	30.000	2.232	34.732
Chechem	<i>Metopium brownei</i>	23.333	80.000	22.681	126.015
Ta'ts'i	<i>Neea choriophylla</i>	1.667	10.000	0.950	12.617
Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	1.667	10.000	2.468	14.135
K'anchunuup	<i>Thouinia paucidentata</i>	5.833	50.000	3.355	59.188
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	2.500	30.000	0.027	32.527

Listado de valores de importancia de las especies registradas en el estrato arbóreo

Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal.

Se registró dos especies catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*.

En los sitios de muestreo se registraron un total de 108 ejemplares de *Thrinax radiata* (Chiit) y 10 ejemplares de *Coccothrinax readii* (Nacax) en un total de 1,500 m²; con base en lo anterior, se podría estimar una cantidad mínima de 787 ejemplares por hectárea (720 ejemplares y 57 ejemplares, respectivamente).

Se debe considerar de esta especie que es sumamente abundante en la zona y que tradicionalmente es usada en la región como planta ornamental, motivo por el cual es común verla en centros urbanos, tanto en propiedades privadas como en áreas públicas.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORIA DE RIESGO
<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	No endémica. En peligro de extinción.
<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	No endémica. Amenazada

Especies vegetales registradas en el predio, e incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En las áreas con vegetación que se verán afectadas con la construcción de este proyecto se encontraron especies protegidas, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, o de importancia ecológica o de difícil regeneración, además de que algunas especies de fauna cobran importancia a nivel regional, ya que algunas son aprovechadas para satisfacer diferentes necesidades locales. Si bien es cierto, que con la lotificación del predio se afectarán algunas especies, en términos generales, no se verán eliminadas, ya que dentro del área de estudio o de influencia del proyecto son abundantes. Además que serán sujetas a rescate el mayor número de ejemplares y trasplantadas a donde la autoridad lo crea conveniente implementando un programa de rescate y reubicación de especies de acuerdo al artículo 123 bis de la ley general de desarrollo forestal sustentable.

- **No se provocara la erosión de los suelos**

En lo que se refiere a que no se provocara la erosión de los suelos, y de acuerdo a lo señalado en el **capítulo IV y V** del presente proyecto en donde se describe el tipo de suelo presente en la cuenca hidrológica forestal del área del proyecto y el correspondiente al sitio del presente estudio, y que de acuerdo a esa información se tiene que el tipo de suelo corresponde al Litosol con bajo porcentaje de materia orgánica, así mismo se tiene que el estado de Quintana Roo presenta un relieve casi plano con escasas pendientes (montañas y valles), dando como resultado un erosionabilidad muy escasa.

En la zona de predio donde se realizara el proyecto, las características de los suelos se han deteriorado debido al resultado de los impactos que se han generado por los huracanes resientes, y estas acciones pueden ocasionar el empobrecimiento del suelo al grado de generar cambios en la estructura de la vegetación con el consecuente desplazamiento de las especies arbóreas y la proliferación de especies arbustivas y herbáceas más adaptadas a suelos pobres, no obstante que este tipo de afectación podría estar dentro de la degradación química, parámetros no están

tomados en cuenta dentro de dicha degradación. Así mismo debido a las actividades antropogénicas que se han dado en las inmediaciones del predio ya que el predio se encuentra en un área de crecimiento urbano debido a que el mismo se encuentra dentro del Programa de Desarrollo Urbano de la localidad de Akumal. Que debido a las características del proyecto que se pretende implementar, el cual corresponde a un proyecto urbano de bajo impacto, se puede determinar que la afectación se considerada como un proceso más de la degradación de los suelos; sin embargo se puede decir que no se realizaran actividades que generen su erosión, pero si se tiene una pérdida de suelo, debido a la nivelación, compactación y sellado de las áreas a construir, principalmente en el desplante de las áreas a lotificar, no obstante se puede decir que está perdida ya está considerada dentro de los criterios que se tomaron en cuenta para la elaboración de los mecanismos de ordenamiento que rigen la zona (el POEL- del Municipio de Solidaridad), como parte del desarrollo, cabe aclarar que el proyecto solo está afectando el 14.50 % de la superficie del predio, y se está dejando el 85.50 % como áreas de conservación. Por lo que dichas actividades no permiten la degradación de los suelos y seguirán manteniendo su función ecológica, el tipo de degradación que se presenta (degradación física), por esta razón no obstante que con el cambio de uso del suelo se está solicitando para un 14.50 % de la superficie.

Modelo de ecuación universal de pérdida de suelo.

En cuanto a demostrar que no se provocara la erosión de los suelos mediante el modelo de ecuación universal de pérdida de suelos. Es importante aclarar que dicha ecuación está diseñada para estimar el grado de erosión en suelos destinados al uso agrícola y forestal en función de las diferentes prácticas de protección del suelo y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal a uso ecoturístico, no obstante se puede utilizar para calcular la erosión potencial. El Dr. Mario Martínez Méndez (2005) elaboró una fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos (E):

$$E = R K L S C P.$$

Donde:

E= Erosión del suelo t/ha año

R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm /hr

K= Erosibilidad del suelo

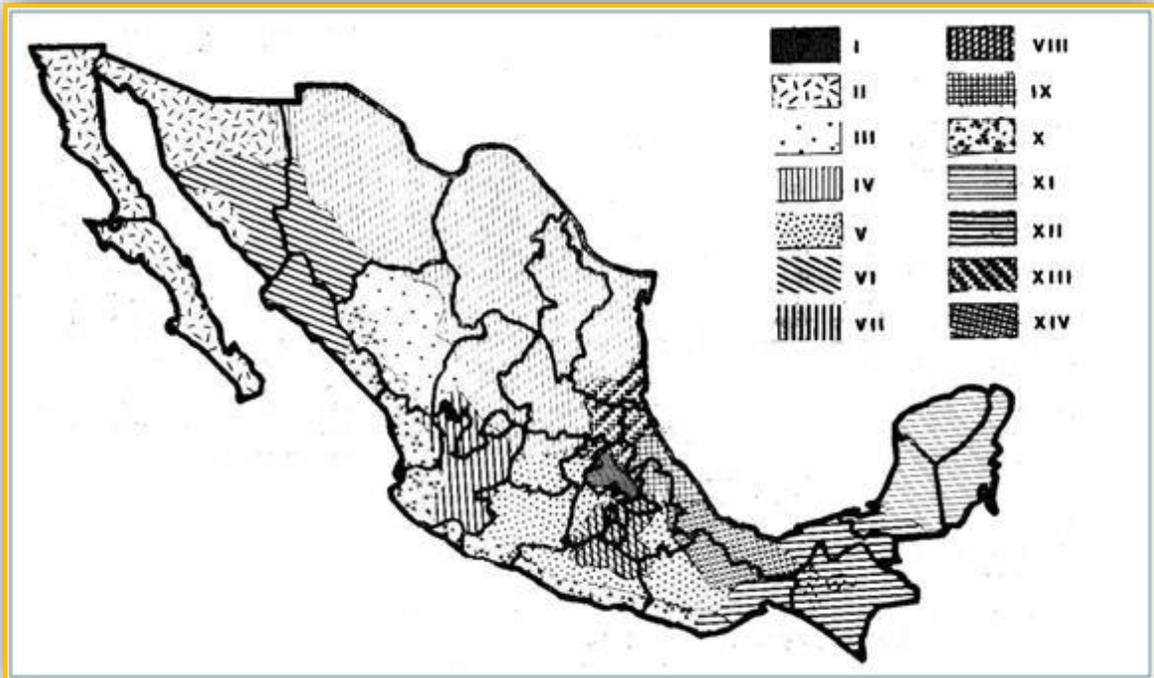
LS= Longitud y grado de pendiente

C= Factor de vegetación.

P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad R se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para la región donde se ubica el predio es de 1463.75 mm que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo de acuerdo al siguiente mapa y tabla proporcionada por el autor es:

Figura 5.- Ecuaciones Cuadráticas para el Cálculo de Erosividad en la República Mexicana.



Regiones para Calcular la Erosividad en la República Mexicana		
Región	Ecuación	R2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8959P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.000188P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001168P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.006067P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

Para el caso de la Península de Yucatán en la que se sitúa la zona del proyecto, le corresponde la Región XI, con la ecuación $R = 3.7745P + 0.004540P^2$.

$$R = 3.7745 (1463.75) + .004540 (1463.75)^2$$

$$R = 5524.92 + 9727.24$$

$$R = 15252.16 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica que en el caso de la zona de estudio corresponde a suelos litosoles de textura media y poca materia orgánica.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de Erosionabilidad (K). Para el caso del predio y de acuerdo con información del INEGI, el suelo presente en el predio es una Rendzina y al consultar la guía para la interpretación de cartografía de edafología, señala que este tipo de suelo tiene una textura arcillosa; en la tabla de equivalencias porcentuales de materia orgánica en relación a la textura del suelo, indica que para la arcilla el porcentaje de materia orgánica es de 0.013 a 0.029 donde el valor de 0.013 es para los suelos con un porcentaje de materia orgánica mayor al 5% y 0.029 es el valor para los suelos con un porcentaje de materia orgánica menor al 5%.

En las condiciones del suelo del predio, el origen proviene de la caída y descomposición de las hojas y ramas, pero cuenta con una delgada capa en la que se mezcla humus y materia inorgánica producto de la descomposición de la materia orgánica, por lo que se recomienda considerar que el porcentaje de materia orgánica sea menor al 5%, en donde esto implica que el valor de K es de 0.029 conforme al cuadro siguiente.

Erosionabilidad de los Suelos (K) en Función de Textura y Contenido de Materia Orgánica			
Textura	Porcentaje (%) de Materia Orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 – 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena Fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy Fina	0.042	0.036	0.028
Arena Migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena Fina Migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy Fina Migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón Arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón Arenosa Fina	0.035	0.030	0.024
Migajón Arenosa muy Fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón Limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón Arcillo Arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón Arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón Arcillo Limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo Arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo Limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 – 0.029		

La longitud y grado de pendiente se estima a partir de la siguiente fórmula:

La pendiente del terreno en un punto dado, se refiere al ángulo que forma el plano horizontal con el plano tangente a la superficie del terreno en ese punto. Es, en definitiva, la inclinación o desnivel del suelo; En lugar de expresarla como un ángulo, es más interesante representar la

pendiente del terreno como un valor de tanto por ciento. Esto se obtiene multiplicando por 100 la tangente del ángulo que define el desnivel del suelo.

La pendiente del terreno se estima como:

$$S = \frac{Ha - Hb}{L}$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

Ha = Altura de la parte alta del terreno (m).

Hb = Altura de la parte baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Con la información obtenida del INEGI y la señalada en el presente estudio, se obtuvo la variación en metros en el terreno, este ejercicio se realizó en orientación Sur a Norte y en orientación Este Oeste del área de influencia del predio; en los resultados de ambos ejercicios se obtuvo que la parte más alta del terreno es de 11 metros y la parte más baja es de 9.0 metros; ya que el predio es irregular. Aunado a lo anterior para la obtención del valor denominado longitud del terreno, se consideró que este cuenta con una forma irregular y por lo tanto se tomó como medida la longitud más larga y continua entre dos vértices del terreno siendo esta de 270 metros.

Una vez obtenidos las tres variables se realizó la sustitución de la fórmula, multiplicándose por 100 para representar el valor porcentual de la pendiente, obteniéndose el siguiente resultado:

$$S = \frac{11 - 9}{270} = 0.00741 \times 100 = 0.74 \%$$

Una vez obtenido el valor de la pendiente del terreno (0.74 %) en un longitud de 270 metros se puede obtener el valor de (LS) con la siguiente ecuación.

$$LS: (\lambda) 0.5 (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)^2) \\ LS: 1.06$$

Donde:

λ = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno

M= Parámetro cuyo valor es 0.5

Una vez obtenidos todas las variables de la fórmula para calcular la erosión potencial de un terreno desprovisto de vegetación se obtuvo el siguiente resultado:

$$Ep = R * K * LS$$

$$E_p = (15,252.16) (0.029) (1.06)$$

Erosión potencial = 468.85 toneladas/ hectárea / año

La cantidad anterior, equivale al valor de la erosión potencial obtenido para el predio donde se desarrollará el proyecto, considerando el proceso de erosión sin la presencia de la cobertura vegetal durante un año y sin prácticas de conservación del suelo y del agua; lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 46.8 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005).

Que multiplicado por un factor de vegetación C de .001,

$$E = 0.468 \text{ toneladas/ha/año}$$

Asumiendo que el desmonte previsto se delimita a la superficie de ocupación del proyecto y las áreas verdes se quedaran como áreas de conservación el factor de erosión se reduce a 0.468 toneladas/ha/año que es inferior a 10 t/ha/año que es el máximo permisible para México. Por consiguiente, la erosión estimada por el desarrollo del proyecto es poco significativa y por lo tanto el proyecto es factible. Entonces se tiene que la remoción de la vegetación se llevara a cabo en una superficie de 14,331.19 m² es decir el (40.00 %) del total del predio, manteniendo una superficie de 16,489.85 m² es decir el 60.00 % del predio con cobertura vegetal arbórea nativa, contribuyendo de esta forma a la conservación y mantenimiento de las características bióticas y abióticas naturales que persisten en casi todo el predio del proyecto con variaciones apenas visibles.

Cabe señalar que la superficie que se pretende desmontar para el proyecto, será intervenida de manera paulatina y direccionada. Asimismo, se proponen medidas preventivas y de mitigación para evitar prevenir o reducir el efecto de los impactos ambientales que se producirán durante la ejecución del cambio de uso de suelo; entre las que destacan la ejecución de un programa de rescate de vegetación con particular énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para posteriormente ser reintroducidas al predio en las áreas de conservación.

Aunado a lo anterior, es importante también mencionar que dadas las condiciones totalmente homogéneas que mantiene la vegetación en la superficie total del predio del proyecto, la remoción de las áreas sujetas al cambio de uso de suelo no afectará en gran parte la abundancia y distribución de las especies toda vez que dichos atributos se conservarán en las áreas que se mantendrán con vegetación natural.

Para el caso de este proyecto, se propone mantener la cobertura vegetal nativa en las zonas destinadas como conservación, así como la implementación de áreas verdes jardinadas, lo que aunado al diseño y distribución de las mismas, permitirá mantener la identidad de la cobertura vegetal nativa, y por lo tanto de su fisonomía original.

El desarrollo del proyecto afectara el paisaje, sin embargo esta afectación será de manera puntual en el área del proyecto, en vista de que el proyecto está dentro de una zona urbana en expansión donde se han desarrollado diversos fraccionamientos habitacionales, cabe recordar que dicha zona estaba considerada como un área con aprovechamiento urbano, tanto en el PDU, como el Ordenamiento territorial de la zona los cuales ya incidieron de manera negativa sobre el paisaje. La percepción visual puede ser atenuada, ya que se está dejando un área de conservación de 65.00 % m² con vegetación nativa, es por esta razón que podemos determinar que la afectación del paisaje no es de manera directa por la implementación del proyecto.

- **Demostrar que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.**

La captura de agua o desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada, corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por este (Torres y Guevara, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas (Torres y Guevara, 2002).

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo a través de la superficie de la tierra. La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en la capa no saturada y está disponible para ser transpirada por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

El escurrimiento se puede estimar a través de la aplicación del método propuesto en la NOM-011-CNA-2000 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales.

Este método parte de valores de k, que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso actual. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como tipo "B" que pertenece a los "suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad; lo es algo más

compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos", y de uso de suelo clasificado como "Bosque, cubierto entre un 50 al 75%". Cuando sea realizado el proyecto se considerará un uso de camino "Barbecho, áreas incultas y desnudas" y después, cuando se haga el mantenimiento de la zona se considerará como "Pradera permanente".

A cada uno de ellos le corresponde un valor k que se aplicará en la ecuación siguiente:

$$C_e = k * (P-250)/2000 + (k-0.15)/1.5$$

Donde:

C_e = Coeficiente de escurrimiento

k = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de k es mayor que 0.15. Cabe mencionar que también solo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2150 mm. Para el caso del proyecto en cuestión se tiene un valor P= 1463.75 (Capítulo V)

Para el caso particular del proyecto se tiene lo siguiente:

P = Precipitación en el sitio, reportada como 1,463.75 mm anuales

k = Para este caso se obtuvo un valor que sería el siguiente para cada uno de los suelos; Bosque cubierto del 50 al 75% = 0.22; Barbecho, áreas desprovistos de vegetación = 0.28; con proyecto = 0

Calculo del coeficiente de escurrimiento con el bosque cubierto 50 al 75 %.

$$C_e = 0.1800$$

Calculo del coeficiente de escurrimiento para áreas desprovistas de vegetación:

$$C_e = 0.28 * (1463.75 - 250) / 2000 + (0.28 - 0.15) / 1.5 =$$
$$C_e = 0.2565$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

Vol. escurrimiento natural Mm³ = (Prec. anual de la cuenca) * (Área de afec. Km²) * (Coef. de esc.)

Bosque cubierto 50 al 75 %.

$$\text{Vol. Esc.} = 1.4637 * 0.0004470 * 0.1800 =$$

$$\text{Vol. Esc.} = 0.0001177 \text{ Mm}^3 = 117.7 \text{ m}^3$$

Áreas desprovistas de vegetación

$$\text{Vol. Esc.} = 1.4367 * 0.0004470 * 0.2565 =$$

$$\text{Vol. Esc.} = 0.0001647 \text{ Mm}^3 = 164.7 \text{ m}^3$$

En relación a la infiltración, la norma no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - \text{VolIESC}$$

Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m3)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m3);

P = Precipitación anual (m) * Área de interés (km2)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m3)

Con lo que el escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

Bosque cubierto del 50 al 75%

$$\text{Infiltración} = 0.001463 - 0.0001177 = 0.001321 \text{ Mm}^3 = 1,321 \text{ m}^3$$

Barbecho, áreas desprovistas de vegetación.

$$\text{Infiltración} = 0.001463 - 0.0001647 = 0.001298 \text{ Mm}^3 = 1,298 \text{ m}^3$$

En conclusión, una vez realizado el desmonte para la implementación del proyecto, la infiltración en el sitio disminuirá 23 m³ anuales, por lo que no se afectaran los niveles de infiltración en el predio así como la recarga de acuífero y se mantendrá el cuerpo de agua que se encuentra en el predio sin afectación en cuanto a sus niveles de recarga.

Por lo tanto, considerando el volumen de captación de agua que se da en la superficie total del predio, en comparación con el volumen de captación de agua en la superficie de cambio de uso de suelo, podemos concluir que el servicio ambiental relacionado con la captación de agua no se pone en riesgo en la fracción del predio con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que la captación se estaría reduciendo a un volumen mínimo y menos aun si se considerasen las condiciones de la microcuenca.

En Calidad

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal.

La primera determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la segunda mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

Que la implementación de proyecto si creara una disminución de la capacidad de infiltración ya se afectara una porción del predio, sin embargo es necesario mencionar que debido a que la superficie del proyecto solo corresponde a una superficie de 0.4470 has, y que aledaño al proyecto existen diversos predios que conservan la vegetación forestal natural, aunado a que el proyecto está diseñado conforme a lo establecido en los diferentes órganos de planeación (POEL y PPDU) que rigen la zona, en los cuales ya se determinaron las áreas posibles de afectación y las áreas de conservación que permitan seguir conservando la captación de agua en la zona, se determina que la reducción de la cubierta vegetal por la implementación del proyecto, si afectará la capacidad de captación de agua en la zona del predio. Sin embargo, este efecto no será del significativo ya que el impacto será en un área puntual del predio en un ecosistema de selva mediana subperennifolia.

Medidas prevención y mitigación.

De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para evitar o mitigar los posibles efectos negativos que se pudieran presentarse al acuífero por llevar a cabo el cambio de uso de suelo; a continuación se listan dichas medidas mismos que a continuación se describen:

- Se instalarán sanitarios portátiles tipo "Sanirent" durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, a razón de 1 por cada 10 trabajadores, con lo cual se evitará la

micción y defecación al aire libre, y en consecuencia se estará evitando la contaminación del acuífero por el vertimiento de aguas residuales directamente al suelo sin previo tratamiento. Cabe mencionar que las aguas residuales que se generen en los sanitarios, serán retirados del predio por la empresa prestadora del servicio, con lo que se garantiza que existirá un correcto manejo, retiro y disposición final de dichos residuos.

- Se instalarán contenedores herméticamente cerrados para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de llevar un estricto control sobre dichos residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y por ende, penetrar el subsuelo y contaminar el acuífero.

- **Los usos alternativos del suelo que se proponen son más productivos a largo plazo**

En lo que corresponde a este punto y con el fin de demostrar que el uso propuesto sería más productivo que el uso actual que tiene en este momento el predio, es necesario primeramente dejar claro lo establecido en los diversos capítulos del DTU-A, se menciona el predio se ubica dentro del área urbana de Akumal, y que dicho predio presenta una fuerte presión por actividades antropogénicas debido el crecimiento de la población de la ciudad y por diversos fenómenos meteorológicos que en los últimos años han azotado la zona, así mismo se encuentra dentro del POEL- del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo

Actualmente el predio no presenta un uso que genere ingresos económicos, sin embargo, mediante la valoración económica de los recursos biológicos que presta la fracción de terreno sujeta al cambio de uso de suelo, se puede concluir que el valor económico del mismo se considera mínimo en relación a la inversión requerida para la funcionalidad e implementación del proyecto, ya que para el mismo se requerirá de un monto sumamente mayor entre rubros que van desde los gastos de mano de obra, renta de equipo y adquisición de insumos, hasta los pagos de permisos ambientales, entre otros.

No obstante lo anterior, es de señalarse que el proyecto que se propone se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción total de vegetación forestal correspondiente a Selva mediana subperennifolia lo que represente una inversión de aproximadamente un millón de pesos, es importante considerar la derrama económica final del predio del proyecto en relación a su potencial urbano; misma que corresponde al índole de los 20 millones de pesos sólo para su construcción y urbanización, con lo que podemos anticipar que el nuevo uso propuesto es económicamente más redituable que el actual.

Visto lo anterior, está por demás mencionar que el cambio de uso de suelo que se propone, resulta necesario realizarse para dar paso a la construcción de la lotificación habitacional que se

pretende llevar a cabo y que en su momento se someterá a evaluación ante las autoridades competentes. El desarrollo habitacional contribuirá a reducir, aunque en menor escala, la actual demanda de vivienda que acontece en la zona en la que se circunscribe; por lo tanto, aportará un gran beneficio para la sociedad al proporcionar viviendas dignas para su bienestar y desarrollo familiar.

Aunado a lo anterior, resulta importante mencionar que todo desarrollo habitacional o urbano, conlleva la creación de áreas verdes ajardinadas, áreas naturales, de equipamiento, comerciales, vialidades y áreas de recreo y esparcimiento para la gente que habite en el fraccionamiento y de aquellos que viven en los desarrollos aledaños; lo que proveerá de bienestar social para la gente que reside en la localidad de Akumal.

Por último, no hay que dejar de mencionar la alta oferta de empleo que generará el proyecto actual (preparación del sitio), puesto que sus dimensiones permiten estimar que se producirán aproximadamente 50 empleos temporales (1 año en promedio), y 10 empleos permanentes, sólo para la etapa de cambio de uso de suelo que se propone en el presente estudio, por lo que habría de considerar el resto de los empleos que se generarían durante las etapas de construcción y operación del proyecto. En virtud de lo arriba expuesto, se advierte que considerando el cambio de uso de suelo del predio para destinarlo a actividades no forestales, el proyecto tendrá un alto impacto social, puesto que generará ingresos económicos para los trabajadores de la localidad que se dedican a la rama de la construcción, a través de la oferta de empleo que se estima generar.

Ahora bien, es importante también resaltar que al generar empleos ya sea directos o indirectos se proporcionan servicios previstos por la Ley General del Trabajo lo que se trasmite en mejorar la calidad de vida de las personas relacionadas con el proyecto, sin perder de vista que el pago de impuestos también permite contribuir a los programas federales que benefician a la población del país en su conjunto. Así como los diversos pagos de impuestos hacia el Municipio, Estado y Federación.

JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La sociedad actual demanda espacios de descanso, localizados en un ambiente de relajación, cuya belleza escénica les de tranquilidad, alejados del ruido cotidiano de los grandes centros urbanos, con facilidades de comunicación, infraestructura y servicios que les permita una alta calidad de vida.

Dichas condiciones se presentan en el predio del proyecto, el cual por su ubicación cercana a las poblaciones de Tulúm Y Playa del Carmen cuenta con acceso a los servicios urbanos, pero en un ambiente de mayor calma lo que permitirá que en un futuro se desarrollen villas o residencias de verano que permitan a las familias una estancia prolongada, de mejor convivencia humana y familiar que la generada dentro de instalaciones hoteleras.

En resumen, si bien no existe propiamente una justificación ambiental para eliminar un área con cobertura vegetal; los beneficios sociales y económicos, junto con la factibilidad técnica y el respeto a las disposiciones legales tanto de índole normativo como de planeación, aportan los elementos necesarios para proponer un cambio de uso del suelo, los fundamentos legales se encuentran establecidos en los Artículos 7º, 12º Fracc. XXIX, 16º y 117º de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; y a los Artículos 2º, 120º, 121º, 122º, 123º, 124º, 125º, 126º y 127º de su Reglamento Vigente, toda vez que se cumplan con las medidas necesarias para prevenir, mitigar o revertir los efectos negativos al ambiente.

Por otro lado, el mantenimiento de un área de conservación, junto con el mantenimiento, rescate y reproducción de especies vegetales que serán utilizados como parte de la implementación del proyecto, contribuirán a una menor alteración del ambiente. El estado de Quintana Roo cuenta con una población de 1'325,578 personas, que presenta una marcada heterogeneidad en la distribución de la población, por lo que la concentración de los núcleos urbanos está íntimamente asociada con las fuentes de trabajo y de servicios.

Por otra parte, la concentración de la actividad económica regional en los espacios con vocación turística, ha producido una intensa polarización de la población, tal es el caso de las ciudades de Cancún y Playa del Carmen, en donde se concentra la mayor población del estado. El motor del crecimiento poblacional desde su creación es la construcción de desarrollos turísticos de diferente índole, estimando que cada uno de ellos genera alrededor de 4 empleos directos, lo que atrae a nuevos residentes y propician el arraigo de 15 habitantes más por cada cuarto construido.

El proyecto ayudará a satisfacer las necesidades de vivienda de un sector de la población, lo que favorece de manera permanente a la población local y sobre todo la creación de fuentes de empleo significativas para los habitantes, durante todas sus etapas.

Por otra parte, se tiene que durante el tiempo que durará el proceso de cambio de uso de suelo y de acuerdo a lo manifestado por el promovente, serán requeridos de la participación directa de personas de la región por concepto de empleos directos (temporales y algunos permanentes), así como diversos empleos indirectos en la zona, siendo los beneficios sociales y económicos esperados con la operación del proyecto.

Asimismo, durante la etapa de preparación del sitio y construcción del vivero para rescate de la flora serán requeridos materiales y servicios diversos. Lo que en conjunto ocasionará una derrama económica también importante para el municipio y que se puede extender hacia los municipios aledaños.

JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Se trata de un proyecto para la lotificación de lo que será un desarrollo habitacional, es decir, debido al tipo de personas al que va dirigido, solo estará habitado durante todo el año; lo cual tiene la doble virtud de que además de generar varios empleos temporales durante la etapa constructiva, y algunos permanentes una vez que haya entrado en pleno funcionamiento (mantenimiento y vigilancia); y por el enfoque ecológico que se pretende dar al proyecto tampoco

va a tener un consumo importante de recursos como es el agua potable y la energía eléctrica, así como una escasa generación de desechos de todo tipo.

Para el proyecto que aquí se propone, se genera un área de oportunidad, ya que por un lado se garantiza un bajo impacto sobre la disponibilidad de los recursos locales y por el otro, se contribuye a la solución de los problemas sociales que ya afectan a la zona norte del estado y que fortalecerá la construcción y desarrollo de la zona turística (actual pilar de la economía regional) y al rápido crecimiento de la población.

El aspecto social se ve reflejado en la construcción de esta obra, ya que no solo se obtendrán empleos directos, además de la creación de una necesidad permanente de insumos materiales, alimentos y servicios diversos. Estos impactos positivos contribuirán de manera importante al desarrollo económico del Municipio y en específico, de la localidad de Akumal.

Por lo anterior, se tiene previsto:

- a) Se elevará la plusvalía de la zona.
- b) Se habrán de generar empleos directos e indirectos.
- c) Se fomentará el desarrollo habitacional ecológico en la zona de Akumal

CAPITULO XIII

XIII. DATOS DE INSCRIPCION EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCION.

Responsable de la elaboración del documento técnico unificado.

El presente Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad A-Particular del proyecto denominado "Lotificación del Predio San Martín", ha sido elaborado por el Ing. Ricardo Antonio Morales Moreno

Dirección del Responsable técnico del documento.

Calle 5 Entre 12 y 14 S/N
Loc. Justicia Social
C.P: 24350
Escarcega, Campeche

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.

El Ingeniero Ricardo Antonio Morales Moreno, cuenta con Registro Nacional Forestal integrado al libro CAMP, TIPO UI, PERSONAS FÍSICAS PRESTADORAS DE SERVICIOS TÉCNICOS FORESTALES, VOLUMEN 2, NUMERO 41, AÑO 2014

El Ing. Ricardo Antonio Morales Moreno, será quien vigile la ejecución del proyecto y lleve a cabo el seguimiento de las condicionantes de las actividades de cambio de uso de suelo, que se pudieran a autorizar, a través del presente documento técnico.

CAPITULO XIV

XIV. VINCULACION Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO

XIV.1. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

La zona del proyecto no se encuentra dentro del polígono de ningún parque, o área de conservación En el capítulo III en el apartado 4 se mencionan las áreas naturales protegidas, y parques cercanos a la zona del proyecto.

XIV.2. Normas Oficiales Mexicanas

Durante el cambio de uso de suelo se deberá dar cumplimiento a las siguientes Normas Oficiales Mexicanas.

NORMA	CONTENIDO
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
NOM-011-ST'PS-2001	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
NOM-017-STPS-2001	Se refiere a los requerimientos y características del equipo de protección personal para los trabajadores.
NOM-080-STPS-1993	Higiene industrial - Medio ambiente laboral – Determinación del nivel sonoro continuo equivalente, al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.

XIV.3. Planes o Programas Ordenamiento Ecológico Local (POEL)

El predio del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 8 (Zona urbana de Akumal) del POEL de solidaridad, que se rige por los siguientes lineamientos:

NOMBRE	ZONA URBANA DE AKUMAL		
POLÍTICA AMBIENTAL	Aprovechamiento urbano		
SUPERFICIE	2,174.00 hectáreas	PORCENTAJE MUNICIPAL	1.09 %
ESCENARIO INICIAL	La zona presenta un desarrollo incipiente que corresponde al antiguo poblado de apoyo de Akumal, y salvo algunas sascaberas abandonadas el área se encuentra prácticamente en condiciones naturales. En el proceso de creación del Municipio de Tulum, se seccionó la superficie correspondiente al Centro de Población de Akumal, por lo que existe conurbación.		
TENDENCIAS	Se considera que en la próxima década iniciará el desarrollo del área regulada por el PDU de Akumal, motivo por el cual se realizarán modificaciones al ambiente derivadas de la apertura de esta zona urbana.		
LINEAMIENTO AMBIENTAL	Debido a que la zona prácticamente iniciará su desarrollo se considera que permitirá mantener un control en los procesos de deterioro ambiental asociados al desarrollo urbano, como son la disposición adecuada de residuos sólidos, el manejo de las aguas residuales y su disposición final, en ambos casos con estándares por encima de la normatividad vigente. En el centro urbano se aplican cotidianamente ecotecnias tendientes a la reducción de la contaminación, así como para reducción del consumo de energéticos y recursos naturales que lo ubican como la primer ecociudad de Quintana Roo.		

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

ESTRATEGIAS AMBIENTALES	<p>Se deberá llevar a cabo una bitácora ambiental del cambio de uso del suelo para este centro urbano.</p> <p>Se instalan oportunamente plantas de tratamiento y la red de drenaje sanitario</p> <p>Las aguas residuales se tratan con una eficiencia del 95%.</p> <p>Se establece un adecuado sistema de recolección, acopio y disposición final de residuos sólidos.</p> <p>Se ofrecen espacios verdes suficientes a los habitantes (9 m² de área verde por persona).</p> <p>Se instalan sistemas alternativos para la generación de energía eléctrica para el uso público (alumbrado público y de oficinas gubernamentales).</p> <p>La ciudad cuenta con un sistema vial moderno y eficiente.</p>		
	VOCACIÓN DE USO DEL SUELO	Urbana.	
	USOS CONDICIONADOS	Los que establezca el Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032 (P.O. 13 de diciembre de 2007).	
	USOS INCOMPATIBLES	Los que establezca el Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032 (P.O. 13 de diciembre de 2007).	
	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	USO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA APLICABLES A LAS ÁREAS URBANAS
		Urbano	1 al 33.

Criterios aplicables

Criterio	Texto	Cumplimiento	Vinculación del proyecto con los criterios
CRITERIOS POEL SOLIDARIDAD			
CU-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de	SI	<p>El proyecto que se propone a través de esta, tiene la finalidad de someter a evaluación las obras y actividades que lo integran, a fin de que esta Secretaría determine si se ajusta a lo que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, así como a lo establecido en las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p> <p>Aunado a lo anterior, cabe mencionar que el hecho de haber sometido a evaluación el proyecto de manera previa al inicio de cualquier obra o actividad, sustenta que el</p>

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

	<p>Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.</p>		<p>mismo se llevará a cabo en estricto apego a lo que establece el la Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable Y Su Reglamento.</p>
CU-02	<p>Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	SI	<p>A través del un estudio técnico realizado al interior del predio del proyecto, se identificaron los cuales son susceptibles de ser rescatados de manera previa al inicio de las obras y actividades propuestas. El número de individuos por especie a rescatar, así como los métodos y técnicas que se aplicarán durante el rescate, se presentan el anexo denominado "Programa de rescate de flora".</p>
CU-03	<p>Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán</p>	SI	<p>Durante el estudio de campo realizado al interior del predio de interés, no se identificó especie alguna de fauna que pudiera ocupar el mismo, ya sea como zona de refugio, tránsito o anidación sin embargo, con la finalidad de dar cumplimiento al presente criterio. Se realizará previo al inicio de las obras un rescate de fauna dentro del predio, y se realizaran capacitaciones a los trabajadores en donde se prohibirá la caza. El encargado del proyecto deberá realizar recorridos con personal para rescatar fauna de lento desplazamiento</p>

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

	obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.		que se encuentre y liberarla en los predios aledaños que no sufrirán cambio de uso de suelo al momento. Cabe aclarar que la autorización de dicho estudio corresponde a esta Autoridad, quien en todo momento determinará lo conducente en la resolución que al respecto emita.
CU-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	SI	El proyecto de lotificación prevé utilizar únicamente las especies rescatadas y solo se desmontarán las superficies permitidas por el reglamento de construcción dentro de cada uno de los lotes.
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	SI	Es importante mencionar que la principal característica del proyecto en mención es la de mantener el mayor porcentaje de vegetación en los lotes destinados para el desarrollo, lo cual implica, el desplante del área constructiva específicamente en cada lote, manteniendo en pie las especies arbóreas consideradas en cada uno de los mismos.
CU-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será	SI	El proyecto pretende realizar la remoción únicamente del área de edificación de la vivienda, recuperar la capa de suelo fértil que resulte expuesta durante la etapa de preparación del sitio, y posteriormente se

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

	obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.		reincorporará a las áreas verdes del proyecto. Así mismo, se reutilizarán los troncos y raíces de la vegetación removida para la ornamentación de dichas áreas, de igual manera, se aprovechará las especies maderables resultante de la remoción vegetal en el predio de interés, en actividades de triturado, y posteriormente se destinará a las áreas verdes.
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	SI	No aplica, ya que el proyecto cumplirá con dicho criterio, ya que el promovente no realizará ningún tipo de construcción en el predio.
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.	SI	El presente criterio sólo se considera de observancia, toda vez que el proyecto no contempla llevar a cabo obras de canalización de drenaje pluvial hacia el mar, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, ya que de manera natural, las descargas pluviales se filtrarán al subsuelo por medio de la superficie verde conservada en cada lote, permitiendo la recuperación del manto freático.
CU-09	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	SI	Se acatará lo que establece este criterio, por lo que en caso de requerirse materiales calizos para la construcción del proyecto, estos se obtendrán de fuentes o bancos de material autorizados por la autoridad competente; lo que en su caso podrá ser comprobado a través de las facturas de compra que se emitan al respecto.
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de	SI	El proyecto no contempla el uso de plaguicidas, fertilizantes u otra sustancia similar para el manejo de las áreas verdes, puesto que la superficie de las mismas permitirán que en caso de presentarse

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

	sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).		pestes o plagas, estas puedan ser tratadas y controladas por medios mecánicos o manuales como la poda o el retiro de los individuos infestados, procediendo en su caso a la restitución de los mismos. No será necesario el uso de fertilizantes puesto que se conservarán las plantas nativas existentes, las cuales se encuentran adaptadas a las condiciones extremas del medio.
CU-11	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	SI	Los residuos generados por el cambio de uso de suelo se dispondrán de manera temporal dentro de la superficie del predio sin cobertura vegetal y posteriormente, estos serán trasladados al sitio de disposición final que el Municipio de Solidaridad autorice o determine, para lo cual se solicitará en forma previa, una constancia a la autoridad competente que avale dicha actividad.
CU-12	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	SI	Los centros de población más cercanos se ubican a una menor distancia (Chemuyil y Akumal), solo que carecen de la infraestructura suficiente para prestar los servicios necesarios para un campamento, además de que no disponen de mano de obra suficiente. Por lo que, la ubicación de los campamentos de obra estarán dentro de los predios de interés.
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.	SI	El proyecto no contempla el uso de fuego en ninguna de sus etapas de desarrollo. Los residuos sólidos serán dispuestos en contenedores específicos al interior del predio, para su posterior retiro a través de servicio particular de colecta de basura.
CU-14	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos	SI	El proyecto no contempla la generación de residuos peligrosos en ninguna de sus etapas, no se permitirá ningún tipo de reparación de maquinaria dentro del predio del proyecto. Se capacitará al

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

	<p>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>personal por si en alguna de las etapas se del proyecto se tuviera alguna eventualidad como derrames, para que el material generado sea tratado como material peligroso, y canalizarlo con alguna empresa autorizada por la autoridad para dar destino final.</p>
CU-15	<p>En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.</p>	SI	<p>Se acatará lo que dispone este criterio, siempre y cuando se autoricen las obras y actividades que se proponen. Una vez autorizado el proyecto, la promovente se compromete a la aplicación de un programa de manejo de residuos.</p>
CU-16	<p>Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.</p>	SI	<p>No aplica, ya que el proyecto no se ubica en zona costera o ecosistema costero.</p>
CU-17	<p>Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.</p>	SI	<p>El presente criterio sólo se considera de observancia, toda vez que no existen vestigios arqueológicos al interior del predio de interés. De realizarse algún hallazgo durante las obras se dará oportuno aviso a las autoridades y al INAH</p>
CU-18	<p>Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento</p>	SI	<p>El proyecto no se situará dentro de alguna reserva territorial del Municipio de</p>

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

	urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.		Solidaridad o Tulum, ni en áreas de preservación ecológica, por lo que el presente criterio sólo se considera de observancia.
CU-19	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.	SI	El proyecto no se situará dentro de alguna reserva urbana del Municipio de Solidaridad ahora área conurbada con Tulum, por lo que este criterio sólo se considera de observancia.
CU-20	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	SI	El presente criterio sólo se considera de observancia, puesto que al interior del predio de interés no existen cenotes ni accesos a cuevas.
CU-21	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	SI	El presente criterio sólo se considera de observancia, puesto que al interior del predio de interés, no existen cuerpos de agua continentales ni formaciones cársticas.
CU-22	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de	SI	El proyecto cumplirá con dicha condicionante, ya que el promovente no

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

	tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.		realizará ningún tipo de construcción en el predio.
CU-23	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	SI	El proyecto cumplirá con dicha condicionante, ya que el promovente no realizará ningún tipo de construcción en el predio.
CU-24	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	SI	El proyecto, mantendrá los ejemplares arbóreos y palmas que se localicen en los sitios destinados para áreas verdes, banquetas, camellones y vialidades, por lo que este criterio sólo se considera de observancia.
CU-25	La superficie de	SI	El proyecto se ajustará a lo estipulado en

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

	<p>aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique.</p> <p>Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.</p>		<p>los programas de desarrollo urbano de solidaridad, cumpliendo con los lineamientos de CUS y COS establecidos al momento de aprovechar el suelo de cada uno del proyecto de lotificación de los lotes 14, 15 y 16 del Predio San Martín.</p>
CU-26	<p>Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.</p>	SI	<p>El proyecto no contempla el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, ni de recursos forestales.</p>
CU-27	<p>Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las</p>	SI	<p>No existen ejemplares arbóreos con diámetro normal igual o mayor a 40 cm dentro de la superficie del predio con cobertura vegetal, por lo que este criterio sólo se considera de observancia.</p>

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

	raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.		
CU-28	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	SI	El proyecto no incluye ni requiere de la instalación de plantas de premezclado, dosificadoras o similares; por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.
CU-29	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	SI	El proyecto no incluye ni requiere de la instalación de plantas de premezclado, dosificadoras o similares; por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.	SI	Para dar cumplimiento al presente criterio, como parte de la etapa de preparación del sitio y de manera previa al inicio de las obras y actividades del proyecto, se instalará una malla metálica alrededor del predio, la cual estará cubierta en su totalidad con un plástico impermeable, con la finalidad de evitar en lo posible la dispersión de polvos hacia el exterior y reducir el impacto visual de la obra.
CU-31	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse	SI	El proyecto, <u>no implica el transporte de materiales pétreos</u> ; ya que dicha actividad es totalmente atribuible a la empresa encargada de la venta de los mismos, quien en todo caso tendrá la

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
Ilotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

	adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.		responsabilidad de acatar el presente lineamiento al momento de transportar los materiales hacia el predio del proyecto; situación que se hará de su conocimiento al momento de realizar la compra del material.
CU-32	En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	SI	NO APLICA ya que al interior del predio no existe vegetación de manglar.
CU-33	<p>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.</p> <p>En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará.</p> <p>Para el almacenamiento de este tipo de sustancias se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.</p>	SI	El proyecto no contempla la generación de residuos peligrosos en ninguna de sus etapas, no se permitirá ningún tipo de reparación de maquinaria dentro del predio del proyecto. Se capacitará al personal por si en alguna de las etapas se del proyecto se tuviera alguna eventualidad como derrames, para que el material generado sea tratado como material peligroso, y canalizarlo con alguna empresa autorizada por la autoridad para dar destino final.

Restricciones de acuerdo al Programa de desarrollo urbano de Akumal 2007-2032

Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.

TIPO	NOMBRE	CLAVE	Habitantes por hectárea	Cuartos por hectárea	Viviendas por hectárea	Superficie mínima terreno (mts.)	Frente mínimo terreno (mts.)	Restricción posterior (mts. Lineales)	restricción vía pública (mts. Lineales)	restricción con ZFMT
HABITACIONAL Subcentral	Intensidad Baja	MSU-1	36	-	9	480	15	4	6	-

Viviendas máximas en terrenos mínimos	Coefficiente de ocupación del suelo	Coefficiente de utilización del suelo	Coefficiente de modificación del suelo	Altura máxima en metros	Cajones por unidad	% de frente jardinado	Restricción frontal (mts. lineales)	Restricción lateral (mts. Lineales)
1	0.45	0.75	0.55	9	ver norma	60	6	3

XIV.4. Otros instrumentos a considerar son

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Esta Ley es de competencia de la Federación y se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 y la última reforma se publicó en el Diario oficial de la Federación el 24 de abril de 2012. Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la presentación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, entre otros.

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

Este mismo Artículo en su fracción VII, establece que los *“Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas”*, deben someterse a evaluación de impacto ambiental, por lo que para realizar el cambio de uso de suelo en el predio del proyecto se elabora el presente estudio, razón por la cual es vinculante. Así mismo se cita el Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la SEMARNAT las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal, y basado en este las obras y actividades proyectadas para realizar el cambio de uso de suelo en el predio en estudio se

someten a evaluación en el presente Documento Técnico Unificado, para obtener la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente y dar cumplimiento a la Ley.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Este Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de abril de 2012. Es un ordenamiento de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. La aplicación de este reglamento compete al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias en la materia.

En el Artículo 5 de este Reglamento se enlistan las obras que requerirán previamente la autorización de la secretaría en materia de impacto ambiental, entre las que se encuentra la siguiente:

Cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como Selvas y Zonas Áridas: Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1,000 m², cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 m², o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; El proyecto se refiere a la lotificación de un predio, en el que se pretende construir viviendas donde actualmente existe vegetación forestal de Selva Mediana Subperennifolia, por lo que se requiere obtener la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Tal condición motiva la elaboración del presente Documento Técnico Unificado, para obtener la autorización correspondiente y dar cumplimiento a este Reglamento.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO

Esta Ley es de competencia de la Federación y se publicó en el Diario Oficial el 25 de febrero de 2003, última reforma el 23 de abril de 2012 y es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden de interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Su Reglamento fue expedido mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.

Para determinar la presencia o ausencia de vegetación forestal al interior del predio, desde el punto de vista jurídico es menester recurrir a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento (R-LGDFS).

De acuerdo con el glosario de términos de la LGDFS (Artículo 7), se entiende por **cambio de uso de suelo en terreno forestal** la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales (fracción V); en tanto que por **terreno forestal** se entiende el que está cubierto por vegetación forestal (fracción XL) y por **vegetación forestal** debe entenderse al conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales (fracción XLV).

En el entendido de estas definiciones, la vegetación que se desarrolla al interior del predio corresponde a vegetación forestal, por lo tanto el terreno es de tipo forestal, y para destinarlo a actividades no forestales con la remoción total o parcial de la vegetación, se requiere la solicitud de cambio de uso de suelo, motivo por el cual se desarrolla el presente documento técnico unificado, que a su vez forma parte de la requisición necesaria para dicha solicitud.

Por otra parte en el Artículo 2 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable se definen los tipos de vegetación considerados como vegetación forestal, los cuales se describen en los siguientes apartados:

Bosque, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

Selva, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuals. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

Vegetación forestal de zonas áridas, aquella que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

De acuerdo con estas definiciones, y sabiendo que en el predio se distribuye vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, se debe concluir que en el predio existe vegetación forestal y por lo tanto es pertinente solicitar la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Según el artículo 117, la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios 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. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.

En este sentido, en los capítulos precedentes se ha demostrado que el desarrollo del proyecto no compromete la biodiversidad, no provocará la erosión de los suelos, no deteriorará la calidad del agua, ni habrá disminución en su captación.

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es de orden público y de interés social, es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

En su Artículo 18 establece que *los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.* No obstante lo anterior, el proyecto incluye la ejecución de diversas medidas de prevención y mitigación de impactos que permitan el aprovechamiento sustentable del territorio. Entre ellas, el aprovechamiento gradual del terreno, la ejecución de un rescate de fauna, un rescate selectivo de vegetación, la reforestación de áreas verdes y jardinería, priorizando la vegetación nativa, entre otras medidas.

CAPITULO XV

XV. ESTIMACION ECONOMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL AREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define a los recursos biológicos forestales, aquellas especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial. Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales del área se deben tener indicadores cuantificados que estén determinados por los procedimientos normales del mercado de la economía, los cuales no existen para la zona y menos para aquellos recursos biológicos forestales que no han sido planificados con un fin de aprovechamiento, como es el presente caso. Sin embargo, se ha hecho un intento de calcular económicamente dichos recursos con base en comparaciones estadísticas de los trabajos de la Dirección General Forestal. Para efecto de la estimación del valor económico del volumen de la madera que será afectado por el cambio de uso del suelo, fueron considerados únicamente aquellas especies que realmente tienen potencial para ser aprovechadas con fines maderables, y lo cual no es de todo factible, pues

existen limitantes principalmente relacionadas con su comercialización, así como la inviabilidad de la extracción de las materias primas forestales en algunos sitios del proyecto.

De hecho, la población local realiza un uso muy somero de la vegetación forestal con fines maderables para el caso de la selva mediana subperennifolia, lo que se evidencia a través de la perturbación existente en la vegetación, pues ésta es originada principalmente por los desmontes para la apertura de zonas urbanas, campos pecuarios y agrícolas. No obstante, se presenta esta evaluación por corresponder a un apartado solicitado en la LGDFS. Una de las políticas del país contempla la importancia de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales, incluyendo la referida a los recursos biológicos y su biodiversidad, reconociendo como un aspecto fundamental el Sistema de Cuentas Nacionales que registra el valor económico de los recursos biológicos y su biodiversidad y el valor de su uso, agotamiento o degradación, incorporándolos en los costos y beneficios, en términos de la capacidad futura de la economía y de la sociedad.

Para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad, generalmente se ha aceptado una clasificación de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética. La clasificación citada en el presente es tomada de Munasinghe M. y E. Lutz (1993), quien reconoce los **valores de uso** y **de no uso**. Los valores de uso a su vez se dividen en **valor de uso directo**, **de uso indirecto** y **valor de opción**

Tipología del valor económico se pueden clasificar los usos de los bosques del siguiente modo

DIRECTO	VALOR DE USO INDIRECTO	DE OPCIÓN	VALOR DE NO USO	
			De herencia	De existencia
Productos de consumo o de servicios directos Usos extractivos: ☐☐Materia prima - Maderables - No maderables ☐☐Alimentos ☐☐Biomasa ☐☐Medicinales ☐☐Energéticos ☐☐Pastoreo ☐☐Colecta de especímenes y material genético ☐☐Conversión a otro uso ☐☐Hábitat humano ☐☐Caza y pesca	Beneficios funcionales Ecosistemas: ☐☐Auto preservación y evolución del sistema ☐☐Ciclaje de nutrientes ☐☐Conocimiento e investigación científica actual Ambientales: ☐☐Protección y regeneración de suelos ☐☐Captación de agua ☐☐Control de plagas ☐☐Control de	Uso directo o indirecto futuro ☐☐Continuidad del sistema ☐☐Obtención de nueva materia prima ☐☐Nuevos conocimientos	Valor de legar valores a los descendientes ☐☐Protección del hábitat ☐☐Evitar cambios irreversibles	Valores éticos ☐☐Conocimiento de la existencia ☐☐Protección del hábitat ☐☐Evitar cambios irreversibles ☐☐Culturales, estéticos y religiosos

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

Usos no extractivos <input type="checkbox"/> Salud <input type="checkbox"/> Recreación - ecoturismo - deporte <input type="checkbox"/> Actividades culturales y regionales <input type="checkbox"/> Producción audiovisual	inundaciones <input type="checkbox"/> Protección contra tormentas <input type="checkbox"/> Retención de carbono <input type="checkbox"/> Regulación climática			

El inventario de afectación forestal solo representa un volumen forestal, el cual se encuentra compuesto en mayor proporción de especies leñosas que no tienen valor comercial en la región. Sin embargo, los recursos naturales presentes en el área del proyecto si tienen un valor ecológico ambiental, siendo el potencial del suelo para producir especies vegetales que soportan la cadena alimenticia de los sistemas naturales.

Por otra parte, una cubierta vegetal sana y densa protege al suelo de los procesos de erosión acelerada, dándole estabilidad y una vez que se deposita materia orgánica de las estructuras vegetales al suelo, este va incrementando su capacidad productiva y de infiltración del agua de lluvia, siendo estos los procesos fundamentales de los ecosistemas.

Considerando todo lo anterior y de acuerdo con los lineamientos de CONAFOR (Acuerdo publicado el 12 de abril del 2006 en el Diario Oficial de la Federación), el costo de recuperación por las afectaciones en los ecosistemas de la selva mediana subperennifolia alcanza un valor de 4,887.66 pesos por hectárea, en función de la zona económica y para la zona de bosques tropicales húmedos alcanza un valor de 4,887.66 pesos por hectárea.

Tomando en cuenta esta valoración, la zona del proyecto cubre un predio irregular de 3.08 ha, las cuales son de áreas con vegetación y que requiere autorización de cambio de uso del suelo, dando un valor por concepto de compensación ambiental de aproximadamente \$ 4,887.66 pesos MN para el caso de las zonas de selva mediana subperennifolia. Los volúmenes de vegetación dominada en primer término por la cantidad de volumen a afectarse son: Zapote, Tzalam, Ficus Y Chaca; En Segundo Término Tenemos Al Pochote, Caesalpinia, Dyospiros, Pithecellobium, Guarumbo, Jabin, Gymnopodium, Metopium, Thevetia Y Vitex, Coccoloba, Esemblerkia, jabín, maculis, Nectandra Swartzia, Tzalam y Bromelia pinguin, existentes en pie dentro de estas áreas forestales y que de una u otra manera estarían sujetas a remoción por actividades de manejo (matarrasa), la superficie total que abarca el área de afectación de 00-62-57.41 ha, en la cual únicamente serian removidos 16.039 m³ RTA, en total de material vegetal. En el área de estudio no serán afectadas especies de carácter forestal de aserrío por las actividades de la construcción de la obra en estudio. Otra forma de estimar los recursos biológicos forestales es la siguiente:

VALOR DEL USO DIRECTO

El **valor de uso directo** es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la

**Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la
lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.**

recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras). En la zona de estudio donde se pretende construir el proyecto, el valor de uso directo se concentra prácticamente en alimento, postes, construcción, combustible y madera, en la Para el presente documento técnico unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad "A" y con el fin de calcular los costos de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo se llevaron a cabo entrevistas con los pobladores del área de estudio, en donde se utilizo la metodología de entrevistas directas con las cuales se obtenía la siguiente información:

- a) Estado
- b) Localidad.
- c) Usos tradicionales de la vegetación de la región.
- d) Plantas de uso medicinal.
- e) Plantas de uso maderable.
- f) Plantas para la construcción y cercado de predios.
- g) Tiempo aproximado de colecta
- h) Costo aproximado en la región por cada uso
- i) Otros.

Con la información obtenida en campo se pudo obtener los costos aproximados de la madera según el uso.

Uso principal	\$/m³ (precio en el mercado local)	Observaciones
Madera en rollo (tablas, vigas, muebles, polines y postes).	\$550.00	Se considera el costo \$550/1m ³ , considerando que aproximadamente se obtienen 5 m ³ de un árbol de 30 m de altura X 100 cm de diámetro a la altura de pecho.
Madera de hojosas (vigas, postes muebles y carbón).	\$325.00	Se considera el costo \$325/1m ³ , considerando que aproximadamente se obtienen 0.8 m ³ de un árbol de 20 m de altura X 100 cm de diámetro a la altura de pecho.
Leña	\$120.00	Se consideran alrededor de 3 cargas de leña para completar un metro cúbico, a razón de \$40.00/carga.
Postes	\$180.00	Se estima unos 10 postes/m ³ , a razón de \$20/poste; las piezas oscilan entre los 20 cm de diámetro y 2.0-2.5 m de largo

De manera particular la superficie forestal que se afectará por la construcción del proyecto y que requiere de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, es de 14,331.19 m² (1.43 has)

VALOR DEL USO INDIRECTO

El **valor de uso indirecto** se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el ciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros. Como ecosistema, el bosque ofrece recursos y servicios ambientales a la sociedad. De acuerdo con Perrings et al. (1995), estos recursos y servicios se pueden clasificar en:

- regulatorios (por ejemplo, control de la erosión)
- de producción (madera)
- de medio (autoconservación) y
- de información (investigación científica)

Son los servicios regulatorios los que generalmente generan valores de uso indirecto, en apoyo y protección a diversas actividades económicas que se desarrollan dentro o fuera del ecosistema, pero dependientes del funcionamiento del mismo (como la regeneración de suelos). En ese sentido es fundamental preservar las funciones ecológicas del bosque para conservar su integridad como ecosistema, sin que ello impida que pueda lograrse un equilibrio entre la preservación y el uso directo sostenible de sus recursos. Es así que el mantener una cubierta de vegetación forestal en el suelo, trae consigo un sin número de beneficios económicos. A continuación se estimará el valor de uso de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo, tal es el caso de:

CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO	125.5 PESOS /HA.
Costo por tratamiento de agua	2,008.0 pesos/ha
Costo para evitar la salinización por deforestación	627.50 pesos/ha
Valor farmacéutico / biodiversidad media	75.3 pesos/ha.
Valor de existencia	125.5 pesos/ha.

En virtud de que la superficie propuesta para el proyecto para el cambio de uso del suelo es de 3.08 ha. Se estima un costo promedio por hectárea del valor de los recursos biológicos forestales de 5057.36 pesos/ha, considerando definitivamente que el contar con valoraciones económicas adecuadas permitirá crear los instrumentos políticos para estimular actividades de acuerdo con sus costos ambientales.

VALOR ECONÓMICO DE LOS RECURSOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, POR ESPECIE, SEAN ESTOS MADERABLES O NO MADERABLES.

Valoración de los Recursos

La valoración económica de los recursos naturales es hasta ahora una materia novedosa y sin duda complicada, ya que la asignación de un valor económico o monetario a los elementos naturales del ecosistema es sumamente compleja, no solo por el hecho del valor intrínseco de un elemento natural o el conjunto de estos, que sin duda no tienen precio en sí mismos y el valor ecológico que pueden constituir es único; por tal circunstancia en el caso de los ecosistemas secundarios tropicales la valoración económica se torna aun más complicada ya que si se tratará de recursos forestales (maderables o no maderables), o fauna cinegética, o materiales con un valor económico de mercado, la estimación del costo sería relativamente más sencilla, ya que bastaría con investigar sus precios en el mercado y asociarlo a las cantidades que pueden perderse por el proyecto.

En el caso de los recursos naturales de la zona del proyecto y en particular de las zonas sujeto a cambio de uso de suelo, no existe ningún tipo de comercialización y aparentemente la mayoría de especies animales y vegetales no tienen un valor económico de interés inmediato y directo desde el punto de vista humano; sin embargo con el objeto de poder asignar un precio a este tipo de recursos hay que considerar su valor como un valor indirecto y en el mejor de los casos potencial. Entonces, el valor que adquieren estos elementos puede ser de alguno de los tipos siguientes:

Valor intrínseco: Corresponde al valor que puede tener un elemento del sistema por el simple hecho de existir, aunque no tenga aparentemente ninguna utilidad.

Valor estético: Se refiere valorar la importancia que puede adquirir un elemento del medio por su mera presencia como parte de vistas panorámicas o elementos de apreciación visual.

Existen varios métodos para transformar estos tipos de valores a una expresión monetaria. El método más sencillo y utilizado se refiere a la obtención de la opinión de diversos sectores de la población, con respecto al recurso que se pretende valorar.

Flora

Para fines de estimación de una aproximación del costo del material forestal presente en la superficie que ocupará el proyecto, se realizó una estimación del monto económico de los individuos de árboles en la franja donde se realizara proyecto dentro del lote Sn. Martin.

En resumen, y en virtud de que en el área del proyecto solo existe una cantidad muy limitada de especies vegetales, se puede considerar que no tienen un valor económico que pueda ser de interés.

Por otra parte, bajo la consideración de los recursos biológicos se puede considerar que no existe una afectación elevada, sin que sean significativos los efectos sobre la recarga de acuíferos,

incremento de la erosión u otros factores de valor biológico. Si consideramos la vegetación los efectos se llevarán a cabo sobre especies de abundancia relativamente elevada, en el caso de especies de interés especial como aquellas consideradas por la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, durante los recorridos de campo y los muestreos cuantitativos realizados en el área de estudio del proyecto, se localizaron especies bajo algún estatus de protección que deberán ser rescatadas.

Fauna

Sin embargo, los recursos naturales presentes en el área del proyecto si tienen un valor ecológico ambiental, siendo el potencial del suelo para producir especies vegetales que soportan la cadena alimenticia de los sistemas naturales. Por otra parte, una cubierta vegetal sana y densa protege al suelo de los procesos de erosión acelerada, dándole estabilidad y una vez que se deposita materia orgánica de las estructuras vegetales al suelo, este va incrementando su capacidad productiva y de infiltración del agua de lluvia, siendo estos los procesos fundamentales de los ecosistemas.

Los vertebrados terrestres mexicanos han significado históricamente para el pueblo de México muchas cosas: deidades, inspiración, alimentos, pieles (vestido), medicinas, bienes para intercambio y comercio así como materias primas, entre otras. Es innegable que tienen una importancia económica y para muchas comunidades es mucho más que eso, son vitales para su supervivencia económica y cultural. La evidencia más obvia de ello es, sin duda, la diversidad de formas de utilización de que son y han sido objeto.

No se ha hecho en México un análisis a fondo que evidencie el aporte económico real de las especies que integran nuestra variada fauna silvestre. Es obvio, que si no se dispone de una sólida base de conocimientos científicos no pueden ser formuladas las políticas de sostenibilidad requeridas en materia de fauna silvestre. Y aún cuando dichas políticas existieran, si el público no las conoce y comprende, es poco probable que las respete y las apoye ampliamente. En atención a lo anterior, y reconociendo la diversidad biológica de México (genética, de especies, de ecosistemas y procesos vitales), que le distingue como uno de los diez países del mundo con mayor diversidad, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) resolvió encomendar la realización de estudios que permitan sentar las bases para reconocer el valor de los recursos naturales nacionales.

Sobre la valoración

No es gratuito por ello que sólo se crea que los vertebrados valen por lo que se puede vender de ellos, que únicamente "lo comercializable" de la fauna silvestre pareciera tener valor, pero ya lo hemos dicho en otras oportunidades, la fauna silvestre en general y los vertebrados terrestres silvestres en particular, son y representan para nuestro país y para los mexicanos mucho más que balazos (aludiendo desde luego a una de las formas de utilización más extendida: la cacería). La significación de su importancia como recurso será medible a partir de la estimación de sus volúmenes y contribución general a los valores esenciales de la cultura en cuestión y hablamos aquí de identidad y cohesión, etc., más que de "forzar una traducción" a valores económicos o de mercado, de ahí que sugerimos una reivindicación de los valores no económicos. Los costos ambientales externos, la ambigüedad en la definición de derechos de propiedad para con los

recursos, los mercados incompletos, tanto para la mano de obra como para capitales, la pobreza extrema endémica, el limitado ingreso per cápita, el bajo poder adquisitivo de la moneda, el insuficiente flujo de líquido, la competencia imperfecta, la existencia de políticas fiscales, económicas y administrativas limitativas, los niveles de incertidumbre y recientemente el clima político (por igual el postelectoral y el preelectoral) son aspectos que limitan las posibilidades del mercado de reflejar los beneficios sociales integrales de la fauna silvestre y las áreas naturales protegidas.

La biodiversidad

Varios autores coinciden al señalar que en términos de endemismos México también es un país sobresaliente, hay quienes le consideran como el país con mayor número de especies endémicas de vertebrados terrestres del planeta. Las cifras varían ligeramente de un autor a otro pero en promedio el 58.52% de los vertebrados terrestres de México son endémicos de Mesoamérica y el 38.12% son endémicos del país (el 53-56% de los reptiles, el 62% de los anfibios, el 7% de las aves y entre el 32-34% de los mamíferos mexicanos son endémicos de y en México) (Mittermeier 1998; Flores y Gerez, 1998). Sólo saber el número y la descripción de las especies no es una manera exacta de estimar la diversidad y puede llevar a conclusiones erróneas sobre la importancia de conservar un sitio en detrimento de otro. Hay ecosistemas que tienen más especies que otros, pero esto no implica que un bioma con mayor número de especies sea más valioso o que el valor de cada una deba tener bases estrictamente taxonómicas. Es necesario identificar el número de especies, pero también su grado de endemismo, grado de dominancia, abundancia relativa, las especies raras, la estratificación vertical y la distribución horizontal, las formas de vida, las asociaciones con otras especies o complejos, la contribución de éstas a los procesos del ecosistema, en la estructura, en la productividad y el reciclaje de nutrientes de la comunidad, etc.

Usos, valores e importancia generalidades Bajo el rubro de vertebrados terrestres se reúne un amplio espectro de especies, desde las sobrevaluadas y las sobreexplotadas hasta las subvaluadas y submanejadas. Los productos más significativos desde el punto de vista económico de la vida silvestre, han sido tradicionalmente los árboles y los peces, ellos representan, por encima de todos los productos naturales, unos 2/3 del comercio mundial de recursos naturales silvestres (Hemley, 1985). El otro tercio lo componen desde luego una variedad de elementos donde se incluyen pieles de mamíferos y reptiles, ejemplares vivos y muertos, marfil, peces ornamentales, coral y conchas (Fitzgerald et al., 1991). El valor anual del comercio internacional es del orden de unos \$20 billones de dólares (Prescott-Allan, R y Prescott- Allan C., 1986). Los vertebrados terrestres mexicanos son un elemento central de la enorme biodiversidad de nuestro país y son actualmente objeto de una diversidad de usos y también se les reconocen múltiples valores y tipos de importancia. Muchas de estas percepciones hoy vigentes, han persistido desde épocas remotas en las que tuvieron su origen. Se reconoce de forma genérica el hecho de que la conservación de la flora y fauna silvestres del país es una inversión en el futuro de México, y sin explicación alguna se da por sentado que es un asunto de índole moral, ética e incluso estética, por encima de ser también, de naturaleza económica y social.

La multiplicidad de usos, valores e importancias que históricamente, y en nuestros días, se le reconocen y confieren a la fauna de vertebrados terrestres han sido elementos determinantes en la evolución del género humano. Estas percepciones han variado en el tiempo, de región en

región, de etnia en etnia, de generación en generación, pero también por modas, con variaciones de enfoque, énfasis o grado y de la mano de los avances en otras esferas, como en la ciencia y en la tecnología, que han develado nuevas posibilidades o variantes de uso, o forzado a la obsolescencia y consecuente cancelación del uso por sustitución de otros.

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 selvas, 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.

CAPITULO XVI

XVI. ESTIMACION DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACION CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Para la restauración del predio se propone una densidad mínima de 1000 árboles por ha. Lo anterior expuesto se puede tomar como base para el número de individuos por hectárea para calcular el costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo para el presente proyecto.

En el año de 2010 dentro del programa de PROARBOL, la institución pago por planta para la producción de plantas para siembra en paquetes tecnológicos un costo de \$2.00 (Dos pesos M.N). Por lo que este monto se puede tomar como base y podemos concluir que el costo por producción de 1000 plantas para la restauración de una hectárea es de \$2,000. A continuación se describen las actividades que se realizan para la restauración del área del proyecto.

??Capacitación del personal involucrado

La capacitación se dará con el objetivo de dar a conocer a la gente participante, el objetivo de las actividades y la importancia de manejar con el mayor cuidado a las plantas que se utilizaran.

Las pláticas de capacitación incluirán de manera general la siguiente información:

- ??Técnicas generales de siembra de las plantas
- ??Cuidados en el manejo y transporte de las especies de flora.
- ??Técnicas para la extracción de la bolsa y el trasplante de las plantas.
- ??Cuidados generales a las plantas durante la siembra y posterior a la actividad.

??Desarrollo de la reforestación

A continuación se describe de manera genérica las actividades que se realizaran:

- ??Transporte
- ??Aclimatación
- ??Restauración del suelo
- ??Preparación de pocetas
- ??Trasplante
- ??Riego
- ??Mantenimiento

Previo al transporte de las plantas al sitio de reforestación éstas serán sometidas a un riego ligero, para evitar su deshidratación. Durante la carga y descarga de las plantas se ataran las puntas de las hojas evitando daños mecánicos, en el caso de individuos con alturas mayores como hasta los 120 cm. y que presentaron tallos relativamente frágiles estos fueron atados a una vara de madera para evitar el daño al tallo de los individuos.

Aclimatación

Este proceso consistirá en el acondicionamiento y adaptación de los individuos provenientes del vivero a las condiciones del área en la que serán ubicados. Dicho proceso de aclimatación de las plantas posterior al viaje, se realizara en las zonas donde se llevó a cabo el proceso de reforestación.

Restauración del suelo

Esta actividad consistirá en colocar el suelo producto de la preparación del sitio en las áreas de conservación y sitios para reforestación.

Preparación de pocetas

La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se trasplantará o sembrará la planta. Para la reforestación se utilizarán dos métodos para la preparación de las pocetas:

☐☐ El método de cepa

☐☐ El método a pico de pala

El método de cepa es el más empleado. Consiste en un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 40 x 40 x 40 cm. Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno

La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.
- 2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.

El método a pico de pala, se utiliza cuando el suelo conserva condiciones adecuadas para recibir las plantas de reforestación, por lo que no se necesita preparar mayor espacio del terreno para introducir la planta. El método consiste en abrir en el suelo el espacio suficiente para introducir la plántula, por medio de una pala recta de punta o pico. Con la pala recta de punta el hueco se hace hendiéndola y palanqueándola hacia abajo hasta que se deja un espacio suficiente para introducir la plántula.

Este método tiene la ventaja de ser económico y rápido pues permite que un solo hombre realice la operación de abrir el hueco, introducir la plántula, tapar el hoyo y apisonar la tierra con el pie para conseguir un buen contacto de la raíz de la planta con el sustrato.

Trasplante

Época de trasplante

El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de reforestación. El trasplante debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal. Para el caso del presente programa esta se presenta en la época de lluvias, el trasplante se debe realizar una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido, es decir una o dos semanas después de iniciarse la época de lluvias. Se reconoce que este es el más adecuado, porque la planta cuenta con

mayor tiempo para establecerse, antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas y sequía.

Como hacer el trasplante

Cuando la planta se trasplanta en una cepa la forma de rellenarla es la siguiente:

☐☐Se debe sostener con una mano la planta en su posición correcta, o, cuando sea el caso, sostener en una posición recta el cepellón.

☐☐Con la otra mano se rellena con tierra uniformemente alrededor de la planta o cepellón, cuidando que la distribución de la tierra vaya siendo homogénea, esta operación se continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarlo con el pie quede al mismo nivel del terreno o ligeramente más abajo.

☐☐Para lograr un buen contacto del cepellón de la planta con el suelo, se debe compactar la tierra que rodea éste por medio del pisoteo, en donde se encuentra el cepellón no es necesario realizar esta operación, al menos que al sacarlo del envase se haya removido, en este caso se debe compactar con la mano.

Para las zonas donde el suelo fue pobre, se utilizara suelo adyacente para la siembra. En lo que respecta a la distancia entre poceta y poceta dependió de las áreas seleccionadas y de la vegetación original que se distribuya en el mismo, por lo que la distancia en promedio a realizar será de entre 3 metros de cada planta.

Posteriormente las zonas e reforestación serán delimitadas con balizas con cintas naranjas y con estacas o cintas rojas.

Mantenimiento

Las labores de mantenimiento básicas que se desarrollaran durante el periodo de tiempo en que se desarrollaran las actividades de reforestación serán las siguientes:

Poda: Esta actividad se desarrollara durante la etapa de siembra y consistirá en eliminar las hojas más viejas, lo que reducirá la transpiración de las plantas trasplantadas, lo cual se tradujo en la aperción de nuevos rebrotes.

Por lo tanto, la poda que se ejecutó fue de los siguientes tipos:

☐☐la poda de compensación, ya que eliminando el follaje al trasplante permitió disminuir la pérdida de agua por transpiración.

☐☐La poda correctiva, que se ejecutó eliminando las raíces al trasvase, o partes enfermas.

☐☐La poda de conformación, que permitió darle la forma que se quiere a una planta ya aclimatada. En este caso esta poda se ejecutó principalmente a las plantas que habían germinado por boleo,

ya que al eliminar las hojas y ramas basales permitió que las plantas crecieran con un fuste recto y largo. Esta actividad se realizó con las tijeras y cortes limpios.

Eliminación de malezas: Esta actividad se desarrollara de manera trimestral y consistirá en la eliminación de la vegetación de rápido crecimiento y enredaderas que afectaran a las plantas recién sembradas. Se realizara una limpieza de las áreas, eliminando la vegetación perjudicial y permitiendo que las especies arbóreas alcanzaran mayor altura y rápido crecimiento. Con ello se reducirá la competencia con plantas herbáceas de rápido crecimiento.

Sanidad: en este caso se verificara visualmente la sanidad de los ejemplares trasplantados, esto es, que estuvieran exentos de plagas y/o enfermedades aparentes. Como se describió anteriormente aunado a la producción de las plantas se requieren de otras actividades para la restauración:

- ☐☐Siembra de plantas
- ☐☐Mantenimiento de las plantas
- ☐☐Supervisión y evaluación de la restauración
- ☐☐Siembra de plantas

En un jornal un trabajador siembra un promedio de 70 plantas, por lo que para sembrar 1000 plantas en una hectárea 14 jornales, si cada jornal tiene un costo de 60 pesos se tiene que el costo por la siembra de una hectárea es de \$ 840.00

☐☐Mantenimiento de las plantas

Para el mantenimiento de una hectárea de plantas sembradas por mes se pagaran 10 jornales, por lo que el costo del mantenimiento de una hectárea por mes será de \$600.00

☐☐Supervisión y evaluación de la restauración

Para la supervisión y evaluación de la restauración se contratara a un profesional del rubro ambiental, el cual generará informes trimestrales con un costo de \$10,000.00. Después de analizar los anteriores datos se puede concluir que para una hectárea rehabilitada se gastara:

- ☐☐\$2,000.00 por la producción de las plantas para una hectárea.
- ☐☐\$840.00 por la siembra de una hectárea
- ☐☐\$7,200.00 por el mantenimiento de la plantas de una hectárea por un año
- ☐☐\$40,000 por la supervisión y evaluación de la restauración por un año
- ☐☐En el primer año de la restauración se invertirá por hectárea \$ 50,040.00
- ☐☐En años subsecuentes se invertirá por hectárea \$ 47,200.00

Costos por hectárea de actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

El costo por las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo por hectárea en un periodo de cinco años es de \$238,840.00. Si se tiene en cuenta que se realizará un cambio de uso de suelo de 3.08 Ha.

La Selva mediana Subperennifolia es el tipo de vegetación predominante y se concentra en una gran porción del predio; entre las especies arbóreas que generalmente dominan esta comunidad están: las especies más representativas o abundantes *Manilkara sapota* (Chicozapote), *Myrcianthes fragrans* (Guayabillo), *Coccoloba cozumelensis* (Sakboob), *Cordia alliodora* (bojon) y *Vitex gaumeri* (Yaaxnik) las cuales representan el 44.5 % de la densidad de individuos por hectárea estimada. Entre los elementos que generalmente se presentan en el estrato medio esta representa una densidad de 93 individuos por hectárea, en donde *Myrcianthes fragrans* (Guayabillo), *Thouinia paucideltata* (Xcanchunup) y *Gymnopodium floribundum* (Tzizilche), representan el 51.61 % de la densidad de individuos por hectárea estimada.

Actualmente la vegetación de Selva en el Municipio de Solidaridad, se encuentra en proceso de recuperación tras la afectación provocada por los huracanes Emily y Wilma; En esta parte del Estado se presentan los índices de precipitación más altos del estado; no obstante, la vegetación se desarrolla en un suelo con roca aflorante y una casi inexistente capa de tierra; en estas condiciones de suelo, la vegetación es muy vulnerable a fenómenos meteorológicos como los huracanes; las condiciones del suelo también afectan el proceso de restauración pasiva que la cubierta vegetal realiza posterior a un impacto natural o inducido, como es el caso de las afectaciones por huracanes o incendios.

La superficie que ocupara el proyecto, es de 14,331.19 m², que se distribuye en un solo bloque en casi la totalidad de la cuenca; este macizo de vegetación conecta e interconecta los diferentes ecosistemas que se distribuyen en la misma, además permite el desarrollo de un importante número de especies de fauna silvestre endémica del Estado, lo cual implica que el desarrollo del proyecto, tendrá una afectación mínima en la cobertura forestal y en las especies que cohabitan en el sitio del proyecto.

Análisis de la estructura actual de la vegetación.

Se registraron 56 especies incluidas en 27 familias. La familia con mayor riqueza de especies fue la Leguminosae, con un total de doce especies, seguida de la familia Palmae y Sapotaceae con cinco especies cada una. Las familias restantes presentan entre una y tres especies solamente.

Del total de la familias encontradas, el 59 % corresponde a aquellas que contienen una sola especie, 22 % corresponde a aquellas que contienen 2 especies, 8 % a aquellas que contiene 3 especies, 7 % a aquellas que contienen 5 especies y 4 % a aquellas que contienen 12 especies.

Funcionalidad de la Selva mediana subperennifolia

La Selva mediana subperennifolia que se desarrolla en la cuenca y de la que forma parte la vegetación que se desarrolla en el predio, mantiene su funcionalidad en el adecuado equilibrio de los componentes Bióticos y Abióticos. En los componentes Bióticos se encuentran los organismos vegetales y animales; en los componentes Abióticos se encuentran el suelo, el aire y el agua.

La presencia de la cubierta vegetal mantiene el equilibrio en las características de permeabilidad y estructura del suelo, que a su vez, establece las condiciones de soporte de la vegetación que como productora primaria se convierte en el origen de las distintas cadenas tróficas compuestas por insectos, aves, reptiles, mamíferos y descomponedores.

En las condiciones actuales del predio, se puede incluir la variable antropogénica, debido a que en la cercanía del predio con terrenos dedicados a actividades urbanas, lo que mantiene una condición de constante estrés en la calidad de vida de la fauna silvestre.

A 10 años del paso de los huracanes se puede observar el efecto de resiliencia (recuperación de la vegetación de manera natural) en la vegetación, que ha dado paso a la cobertura total del dosel a partir del desarrollo de la vegetación que se encontraba en un estrato inferior de la selva, se observa que actualmente no existe impacto directo de la luz solar hacia el piso.

Escenario I para la Restauración

Por parte del supuesto de que el predio fue limpiado de forma mecánica eliminando la vegetación de selva mediana subperennifolia y extrayendo el suelo dejando la piedra desnuda, lo que implica que en la ausencia de suelo, no se puede esperar un proceso de restauración pasiva y para lograr promover la restauración de las condiciones de la vegetación y de los servicios ambientales que de ella provienen, bajo esta premisa se consideran diversas actividades tendientes a promover el proceso.

Corto Plazo (1 a 2 años)

Iniciando de la condición de afectación descrita en el párrafo anterior, se señala como primer paso, la adición al terreno de una capa de tierra fértil de 10 centímetros, sobre la roca expuesta, con la finalidad de contar con el sustrato necesario para que la vegetación tenga una fuente de nutrientes y un soporte para su desarrollo.

De acuerdo con la superficie del predio, para lograr formar una capa de tierra de 5 cm de espesor, se necesitarán de por lo menos 450 m³ de tierra proveniente de áreas cercanas al predio, así como la dispersión de 50 kilogramos de semillas de especies pioneras, tempranas y tardías, propias de una Selva baja subcaducifolia que se desarrolla en la cuenca, estas son: la palma kuka *Pseudophoenix sargentii*, despeinada *Beaucarnea ameliae*, chechen *Metopium brownei*, tzalam *Lysiloma bahamensis*, Tsisilche *Gymnopodium floribundum* subin *Acacia cornígera*, akits *Thevetia gaumeri*, guayabillo *Psidium sartorianum* chicozapote *Manilkara zapota*, palma chit *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii* entre otras.

Con el acarreo y distribución de la tierra, también se incorpora al terreno una gran cantidad de semillas mezcladas con la tierra; una vez dispersa la tierra sobre el terreno solamente será necesaria la aportación de agua para que se inicie el proceso de germinación de muchas especies colonizadoras; este grupo inicial de cobertura del suelo presente en el proceso natural de sucesión

ecológica se compone por especies herbáceas de ciclos de vida cortos, de poca altura; la adición de los 365 kg de semillas de las especies arbóreas, fortalecerá el proceso de colonización, pero asegurará que se marcará el inicio del desarrollo de la sucesión de las especies perennes de interés en la cobertura permanente.

Con la germinación, crecimiento y desarrollo de nuevas plantas, se reinician los servicios ambientales suspendidos como Captura de Carbono, Generación de oxígeno, Provisión de agua en calidad y cantidad.

El desarrollo de especies herbáceas anuales, asegura la floración y producción de semillas; esta oferta de alimento comenzará con la atracción de fauna silvestre como chupadores de néctar (Insectos Lepidópteros, Himenópteros, Hemipteros y Coleopteros), insectívoros como reptiles, aves, pequeños mamíferos como ratones. En el primer año serán pocas las especies que se establezcan tal es el caso de Himenópteros como Avispas y Hormigas; y Hemipteros como chinches y pequeños escarabajos Coleopteros.

La poca cobertura del dosel únicamente se presenta como atractivo para fuente alimento, el establecimiento de aves y mamíferos está más condicionado a la estabilidad en protección, temperatura y grado de luminosidad que brinda una vegetación de una selva bien desarrollada. En esta etapa, el área empieza a prestar nuevamente los servicios ambientales detenidos parcialmente como es el caso de Captura de Carbono, Recarga de Mantos Acuíferos, Paisaje e Incorporación de Cadenas Tróficas.

Escenario 2, para la restauración mediano plazo (3 – 10 años)

A partir de los 3 años las especies bianuales son sustituidas, por especies perennes; esta fase es conocida como "fase de surgimiento o de organización", misma que está compuesta por una combinación de las especies existentes dentro de la regeneración en desarrollo predominantemente Heliófitas y Hemisciófitas y Esciófitas, dependiendo del tamaño y estructura inicial del área.

Las actividades a realizar a partir de esta fase, son de protección contra incendios forestales, además de realizar evaluaciones en sitios permanentes para determinar la sustitución natural de especies y asegurándose de que las especies tardías se establezcan, como es el caso de el Guayabillo (*Psidium sartorianum*), Chechen (*Metopium brownei*), Tzalam (*Lysiloma bahamensis*), Tsisilche (*Gymnopodium floribundum*), Subin (*Acacia cornígera*), Aakits (*Thevetia gaumeri*), entre otras.

En esta fase, se fortalece la formación de suelo y los servicios que prestan las selvas se encuentran, en cuanto a la captura de carbono, generación de oxígeno, refugio para la vida silvestre, captación de agua y protección de erosión de los suelos. Se comienza a ver una estructura más definida de la vegetación y es conocida como Vegetación Secundaria,

con individuos muy bifurcados, tallos de forma irregular, una gran presencia de especies espinosas y las alturas máximas encontradas en este lapso del proceso de restauración es de 3 metros.

En cuanto a fauna, en esta fase ya se pueden observar procesos de colonización de ratones, aves, insectos y pequeños reptiles; la estructura aun continúa en un proceso activo de selección natural con la pérdida de herbáceas y la incorporación de especies tardías.

En este periodo se realizará la incorporación de plántulas de la Palma chit (*Thrinax radiata*), que son especies inscritas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con una importante presencia en la Cuenca; la reforestación de estas especies se realizará en el periodo de lluvias y la recomendación en el desarrollo de la plántula, es que debe tener entre 10 a 20 cm., la siembra es más práctica y el estrés a nivel radicular es menor; en este sitio se recomienda el establecimiento de 100 palmas de cada especie por hectárea, lo que implica que se sembrarán por lo menos 100 palmas de cada especie en toda la superficie; con esta técnica se espera una sobrevivencia del 50 %, lo que asegurará la presencia inicial de las especies dentro de la superficie del predio en proceso de restauración. A partir del inicio de esta fase la afectación por concepto de sequías, deja de ser un posible factor de riesgo para el proceso de restauración de la vegetación.

Escenario 3 para la restauración a Largo Plazo (10 años en adelante)

Fase de madurez u óptima, donde las especies sobresalientes codominan o dominan los estratos superiores (donde participan especies Heliófitas, Esciófitas y Hemisciófitas). En esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies; la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, los árboles ya cuentan con alturas superiores a los 8 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 10 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales máximos de 15 cm, para especies de rápido crecimiento como es el caso del Tzalam, la cobertura de copa ya es superior al 90 %, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre, es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de mamíferos, creándose nuevos hábitats.

A partir de los 20 años de edad ya se puede considerar una Selva Juvenil con dominancia del estrato superior de especies Heliófitas y en esa edad ya se puede notar la presencia de un grupo importante de especies Esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas cubiertas con Vegetación de Selva.

A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la Selva baja subcaducifolia que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio. Los riesgos constantes en relación a la suspensión del proceso de restauración de esta selva, están relacionados a la presencia de fenómenos meteorológicos, como es el caso de huracanes.

Proceso de Restauración de la Vegetación

Punto de partida con afectación sitio

Para comenzar a llevar a cabo el proceso de restauración del sitio, se partiría del supuesto que la superficie del predio ya ha sido desmontada y despalmada.

Etapa 1 (1 a 2 Años)

- a) Retorno de Capa de Tierra
- b) Siembra al Voleo de Especies Pioneras
- c) Colonización de Herbáceas y Pioneras

Etapa 2 (3 a 10 Años)

- a) Vegetación Secundaria

Etapa 3 (10 Años en Adelante)

- b) Selva mediana subperennifolia en Estado Juvenil

CAPITULO XVII

XVII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

XVII.1 Presentación de la información.

Listado de plantas encontradas por sitio de muestreo

XVII.2 Cartografía.

XVII.3 Fotografías



Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Modalidad "A" para la lotificación del Predio San Martín, Fracción II, Lote 14, 15, 16, Solidaridad, Quintana Roo.





XVII.4 Otros anexos