Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional

LOS ÁRBOLES TULUM

CONTENIDO.

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL..... 5

1.1 PROYECTO..... 5

1.1.1 Nombre del proyecto 5
1.1.2 Ubicación del proyecto 5
1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto..... 6
1.1.4 Presentación de la documentación legal..... 8

1.2 PROMOVENTE 11

1.2.1 Nombre o razón social..... 11
1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente. 11
1.2.3 Nombre y cargo del representante legal. 11
1.2.4 Dirección para oir y recibir notificaciones. 11

1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL..... 12

1.3.1 Nombre o razón social. 12
1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 12
1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 12
1.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio. 12
1.3.5 Colaboradores: 12

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO..... 13

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 13

2.1.1 Naturaleza del proyecto..... 13
2.1.2 Selección del sitio. 24
2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización..... 26

2.1.4 Inversión requerida 28
2.1.5 Dimensiones del proyecto 30
2.1.6 Uso actual del suelo 38
2.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 39

2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 40

2.2.1 Programa general de trabajo 40
2.2.2 Preparación del sitio. 46
2.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 47
2.2.4 Etapa de construcción 48
2.2.5 Etapa de operación y mantenimiento 50
2.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto 51
2.2.7 Etapa de abandono de sitio 51
2.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 51
2.2.9 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos 52

3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO 54

3.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL.. 54

3.1.1 LEYES Y REGLAMENTOS. 54
3.1.2 NORMAS OFICIALES. 56

3.2 INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO 58

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL 60

4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 60

4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 61

4.2.1 Aspectos abióticos. 61
4.2.2 Aspectos bióticos. 73
4.2.3 Paisaje 135
4.2.4 Aspectos Socioeconómicos 138
4.2.5 Diagnóstico ambiental 152

5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 158

5.1 METODOLOGÍAS PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 158

5.1.1 Indicadores de impacto. 159
5.1.2 Lista de indicadores de impacto. 160
5.1.3 Criterios y metodologías de evaluación 164
5.1.4 Evaluación y análisis de los impactos ambientales identificados. 175

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 199

6.1 Descripción de la medida o programa de mitigación o correctivas por componente ambiental. 199

6.2 Impactos residuales. 206

7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 207

7.1 Pronóstico del escenario 207

7.2 Programa de vigilancia ambiental. 207

7.3 Conclusiones. 209

8. LITERATURA CONSULTADA. 211

9. ANEXOS. 213

9.1 DOCUMENTOS LEGALES PROMOVENTE. 213

9.2 DOCUMENTOS LEGALES PREDIO. 213

9.3 CARACTERIZACION DE LA VEGETACIÓN 214

9.4 CARACTERIZACION DE LA FAUNA 214

9.5 PROGRAMA DE RESCATE DE VEGETACIÓN 214

9.6 PROGRAMA DE RESCATE DE FAUNA 214

9.7 "PLAN MAESTRO" Y "REGLAMENTO DE DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y CONTROL AMBIENTAL DE LOS ÁRBOLES TULUM" 214

9.8 ESTUDIO TECNICO JUSTIFICATIVO FORESTAL PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO. 215

9.9 PLANOS. 215

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

1.1 PROYECTO

1.1.1 Nombre del proyecto

LOS ÁRBOLES TULUM

FRACCIONAMIENTO PRIVADO DE CONSERVACIÓN

1.1.2 Ubicación del proyecto

El predio donde se propone el **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum,** esta conformado por 3 lotes cuyo número oficial se describe en la Tabla 1. (Es importante señalar que el proyecto se denomina "LOS ÁRBOLES TULUM", a manera de simplificar el nombre oficial de cada uno de los tres lotes que conforman el proyecto, en el resto de los documentos que conforman el presente estudio):

Tabla 1. Predios que conforman el proyecto Los Árboles Tulum.

Escritura	Referencia en escritura	Área (ha)
No. 1477	Predio Rancho Viejo, agostadero ubicado en las coordenadas geográficas 20º19'00" latitud norte, y 87º31',10"longitud oeste, Clave catastral 1081404001.	269-55-00
No. 35,526	Fracción cinco del predio denominado "Santa Lucia".	69-00-00
No.35,043	Fracción seis Lote-1 del predio denominado "Santa Lucia", Clave catastral 1081404008, En las escrituras 143-14-00 has de este predio está subdividido.	142-66-61.2
Total	**PREDIO LOS ÁRBOLES TULUM**	**481-20-61.2**

Se ubica en la parte central del Estado de Quintana Roo, pertenece al Municipio de Solidaridad, el acceso se ubica a la altura del kilómetro 12.6 de la carretera

Tulum – Coba, la cual parte de la carretera federal Chetumal – Puerto Juárez, (Figura 1 y 5), consultar plano de ubicación PG-2 anexo.

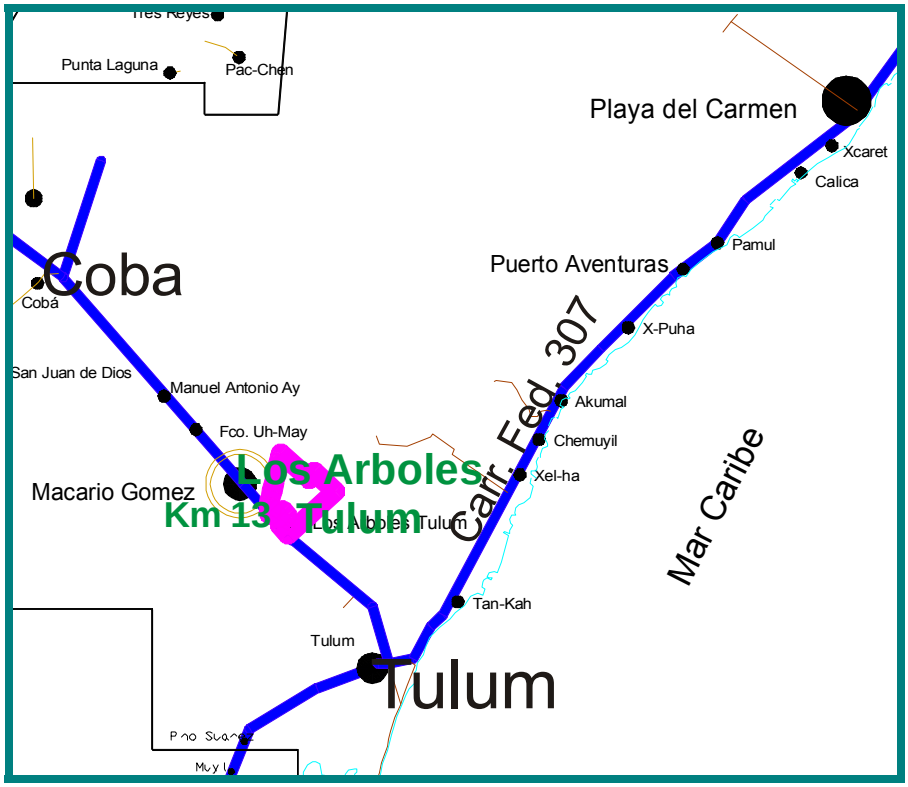


Figura 1. El predio se ubica en la carretera Tulum – Coba, Fuera de la poligonal del POET Cancún-Tulum.

1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Al tratarse de un proyecto que conlleva la subdivisión del predio en lotes de 2 hectáreas para la construcción de una villa de descanso por lote se establece que el proyecto **Fraccionamiento privado de Conservación Los Árboles Tulum** será permanente, ya que los predios pasarán a formar parte del patrimonio familiar de cada propietario.

La construcción de las viviendas se realizará con materiales convencionales de larga duración como es el concreto, y otros que requieren de un mantenimiento permanente como son los de origen natural, por ejemplo la madera y zacate de uso común en las construcciones bioclimáticas de estilo caribeño o rustico.

El proyecto arquitectónico está destinado a un programa de ecovillas unifamiliares ligeras, que no sobrepasan las dos plantas ni la altura de la vegetación existente, las cimentaciones son simples y la construcción integra topologías que pueden ser ejecutadas minimizando los movimientos de tierras y no perturbar el hábitat de especies que conforman la diversidad biológica, se proyecta que la vida útil de una villa es mayor a los 50 años y que requiere de trabajos de mantenimiento continuo en sus diversos componentes con una periodicidad menor a los 10 años.

En lo referente a los caminos y accesos que se construirán con material permeable (sascab), que permite la infiltración del agua de lluvia en el terreno. Se estima una vida útil de entre 5 y 8 años, por lo que éstos requerirán mantenimiento periódico, dependiendo directamente de las condiciones climáticas, las lluvias y los fenómenos meteorológicos, como tormentas tropicales y huracanes, que podrían provocar daños que requieran de reparaciones para su operación normal.

Se proyecta el desarrollo en 3 fases, mismas que se prevén realizar en un promedio de 8 años, cada fase incluye por parte del promovente Los Árboles Tulum S.A. de C.V:

1. La realización de los estudios y acciones que condicione la SEMARNAT,
2. La división del predio en 203 lotes por medio de mojoneras,
3. La construcción de caminos y la venta de los lotes,
4. La supervisión del cumplimiento del *Plan Maestro* por parte de los propietarios de cada lote, así como conformar el comité de seguimiento del *Reglamento de Diseño, Construcción y Control Ambiental*, que incluye las áreas comunes.

5. Por parte de cada nuevo propietario la construcción de su villa unifamiliar:

La construcción de la villa residencial unifamiliar en cada lote se realizará de forma paulatina a cargo de cada propietario del lote residencial, siguiendo los lineamientos del "*Plan Maestro"* y el *"Reglamento de Diseño, Construcción y Control Ambiental"*, que se sujetan por medio de la presente manifestación a la evaluación y aprobación de la SEMARNAT, de tal forma que cada propietario ya no tenga que volver a realizar este trámite y al iniciar la construcción de su villa residencial únicamente deberá cumplir conforme se estipule en el contrato de compraventa el estricto apego del citado "Plan Maestro" y su "Reglamento".

1.1.4 Presentación de la documentación legal

Se anexan los siguientes documentos legales, que avalan la situación juridica de la empresa promovente y del predio:

1. Constitución de *Los Árboles Tulum S.A. de C.V.* mediante Escritura Publica Numero Dieciséis Mil Quinientos Cincuenta y Cuatro (16,554) del 27 junio del 2003, ante el Notario Público Número 30 de la ciudad de Cancun, Quintana Roo.

2. F.M.3 No. 1495681 de Matthew G. Shnurr, donde se le autoriza presentar los servicios como administrador unico , en la empresa Los Arboles Tulúm S.A. de C.V.

3. Prorroga de la F.M.3 No. 1495681 de Matthew G. Shnurr, donde se le autoriza presentar los servicios como administrador unico , en la empresa Los Arboles Tulúm S.A. de C.V., con fecha del 13 de mayo del 2005, con fecha de vencimiento del 17 de marzo del 2006.

4. Protocolización de un acta de asamblea general extraordinaria de accionistas de *Los Arboles Tulum S.A. de C.V*., mediante la cual se otorga *Poder general para pleitos y cobranzas* y actos de administración a favor del DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG, mediante Escritura Publica numero mil cuatrocientos diecisiete en la Notaría 35 de la ciudad de Playa del Carmen, Quintana Roo, fechada 8 de diciembre 2003.

5. Escritura Publica 1,477, Volumen 11°, Tomo "C", del Contrato de Compraventa del predio denominado "Rancho Viejo", con una superficie de 269-55-00 has, con la clave catastral 1081404001. Emitida en la Notaria No. 6, de la ciudad de Playa del Carmen, Quintana Roo, el 8 de julio del 2004.

6. Escritura Publica 35,043, Volumen 155, Tomo "B", del Contrato de Compraventa de la fracción seis del predio denominado "Santa Lucia", con una superficie de 143-14-00 has, con la clave catastral DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG. Emitida en la Notaria No. 6 de Playa del Carmen, Quintana Roo, el 8 de julio del 2004.

7. Escritura Publica 35,526, Volumen 158, Tomo "D", del Contrato de Compraventa de la fracción cinco del predio denominado "Santa Lucia", con una superficie de 69-00-00 has, con fecha del 30 de agosto del 2004.

8. Notificación para deslinde del terreno denominado “Rancho Viejo”, con fecha del 6 de julio de 1987.Secretaria de la Reforma Agraria.

9. Notificación para deslinde del terreno denominado “Santa Lucia”, con fecha del 13 de junio de 1988.Secretaria de la Reforma Agraria.

10. Factibilidad del proyecto otorgado por la Dirección de Administración Urbana Municipal del H. Ayuntamiento de Solidaridad, Quintana Roo, mediante el oficio número DGAU/723/2003, fechado el 31 de julio del 2003.

1.2 PROMOVENTE

1.2.1 Nombre o razón social

LOS ÁRBOLES TULUM S.A. DE C.V.

1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente.

ATU0306276E1

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

Proteccion de Datos LFTAIPG

1.2.4 Dirección para oir y recibir notificaciones.

Proteccion de Datos LFTAIPG

-

1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.3.1 Nombre o razón social.

GRUPO INTEGRAL DE PROYECTOS AMBIENTALES S.A. DE C.V.

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

GIP940124MZ5

1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Proteccion de Datos LFTAIPG

1.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.

Proteccion de Datos LFTAIPG

1.3.5 Colaboradores:

Proteccion de Datos LFTAIPG

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum** se ubica a la altura del kilómetro 11+900 a 13+000 de la carretera Tulum-Coba, a la cual se accede desde el entronque con la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez a la altura del poblado de Tulum.

La empresa Los Árboles Tulum S.A. de C.V, pretende el desarrollo del **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum,** el cual contempla la lotificación de un predio de 481-20-61.2 Has, se fraccionará en:

- 192 lotes habitacionales 20,000 m^2 (2 has) para villas campestres y
- 11 lotes comerciales de 10,000 m^2 (1 ha),

Para el caso de la villas se podrá aprovechar un área máxima de 1,000 m^2, (5 %) y de la cual sólo podrá techarse el 15% de ésta (150 m^2/ nivel) dejando el resto (850 m^2) para usos complementarios exteriores como albercas, terrazas, andadores, etc. Para el caso de los lotes comerciales, el aprovechamiento permisible en estos será del 500 m^2, pero solo se podrá techar el 70% de esta sub-área, dejando el 30 restante de la misma para la ubicación de estacionamientos, jardinerías y terrazas de acceso. Su distribución se reseña en la siguiente tabla:

Tabla 2. Superficie de ocupación del proyecto Los Árboles Tulum.

Concepto	Area en m^2	Area en Has	Porcentaje respecto al total del predio.
Obras existentes actualmente	214.75	0.02	0.0045%
11 lotes comerciales de 1 ha	110,000.00	11-00-00.00	2.29%
192 lotes residenciales de 2 has	3'840,000.00	384-00-00.00	79.8%
Superficie de modificación parcial (850 m^2 en cada lote residencial y 150 m^2 en cada lote comercial).	164,850.00	16-48-50.00	3.43%
Superficie de desmonte (150 m^2 en cada lote residencial y 350 m^2 en cada lote comercial).	32,650.00	3-26-50.00	0.68%
Caminos 11,955 m lineales por 5 m de ancho.	59,775.00	5-97-75.00	1.24%
Total superficie de uso parcial y desmonte.	**257,489.75,**	**25-74-89.75**	**5.35%**
Total área de conservación	**4,554,571.45**	**455-45-71.45**	**94.65**
Total del predio	**4,812,061.20**	**481-20-61.2**	**100.00%**

2.1.1.1 Objetivos Generales

El Proyecto del **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum** pretende lo siguiente:

- Ser un proyecto Habitacional-Ecológico-Turístico de baja densidad, adecuado a las necesidades de la región y de sus premisas de desarrollo sustentable y conservación, que coadyuve a mejorar las condiciones de la población bajo un nuevo esquema de arquitectura y vivienda, donde las

edificaciones e instalaciones que se lleven a cabo respeten y se integren al medio natural, fomentando la unidad y la conciencia ambiental con la mínima limitación a las necesidades particulares de cada usuario y sea acorde con las nuevas corrientes para el aprovechamiento racional de la naturaleza, como la filosofía “Building Biology” (construcción biológicamente amigable), que plantea la interacción holística entre seres humanos y el ambiente.

- Dotar, con esta propuesta, de los elementos técnicos y ambientales requeridos por las autoridades de los tres niveles de Gobierno para ordenar y regular el desarrollo de éste proyecto y otros que en el mismo ánimo pudieran darse en la región, teniendo como premisa la preservación del medio natural donde se encuentran cenotes, cavernas y acuíferos subterráneos, además de una extensa cobertura vegetal en la que predomina la selva mediana.

- Proveer los elementos necesarios a las autoridades forestales para la gestión de cambio de uso del suelo de la zona donde se ubica el proyecto, en pro de una nueva forma de aprovechamiento del suelo y bajo impacto, que contribuya a la satisfacción de un sector de vivienda residencial no atendido y la promoción del desarrollo eco-arqueológico y turístico de la región Tulum-Coba.

- Generar un desarrollo habitacional donde la preocupación por conservar y restaurar los elementos de interés ambiental presentes en el predio y arqueológicos cercanos, sea motivo y razón de sus pobladores, así como el dar atención a todos los detalles en el diseño y construcción de sus viviendas buscando su integración con el entorno ambiental y su paisaje, cuyo cuidado realzará la inversión de cada propietario subiendo su valor inmobiliario al contribuir con la conservación y mejoramiento de un medio

de gran calidad ambiental y unidad arquitectónica tradicional para el disfrute y bienestar del fraccionamiento y la comunidad.

- Ser un desarrollo innovador, en el cual se conjugue un área de preservación, con un desarrollo residencial tipo campestre, catalogado por la Ley de Fraccionamientos del estado de Quintana Roo como Fraccionamiento Habitacional Suburbano, (Actualmente en el mercado inmobiliario se les conoce como Residencial Turístico de descanso), con una densidad muy baja, de 0.5 villas/ha, o bien, si se consideran de 2 a 5 habitantes por vivienda, la densidad máxima fluctúa de 1 a 2 habitantes por hectárea.

- Consolidar un desarrollo habitacional y de conservación ambiental que sea verdaderamente sustentable, es decir, crear un sitio independiente económicamente, que por una parte preserve los conectores biológicos naturales de la zona así como el aprovechamiento de los recursos naturales con base a sus atributos y aptitudes sin desestabilizar la dinámica de sus componentes ambientales y por otra permita el uso congruente de la misma ,para el alojamiento de un desarrollo de tipo residencial de muy baja densidad, que posibilite vivir inmerso en la selva, pero contando con los servicios básicos. Asegurando para sí un área de conservación donde no exista el peligro de asentamientos humanos irregulares sin servicios y de alta densidad, o el uso como tiraderos clandestinos, sitios de tala, caza o saqueo de material pétreo, entre otras actividades impactantes que se han visto en la región y en el mismo predio.

- El proyecto se compromete a conservar una zona representativa de la selva mediana subperennifolia en el centro del Estado de Quintana Roo, para ello se propone la subdivisión de un predio que tiene una superficie total de 481-20-61.2 has, en 192 lotes residenciales de 2 has, 11 lotes comerciales

de 1 ha y una franja de amortiguamiento alrededor de 35 metros de ancho (28-92-87 has).

- Los caminos necesarios abarcarían una extensión de 11,195.00 metros lineales y se han planeado de modo que ocuparán el área mínima necesaria para dos carriles de 5 metros de ancho, donde a los lados del camino se respetará toda la vegetación para que la copa de los árboles cubra parte del camino en ambos lados.

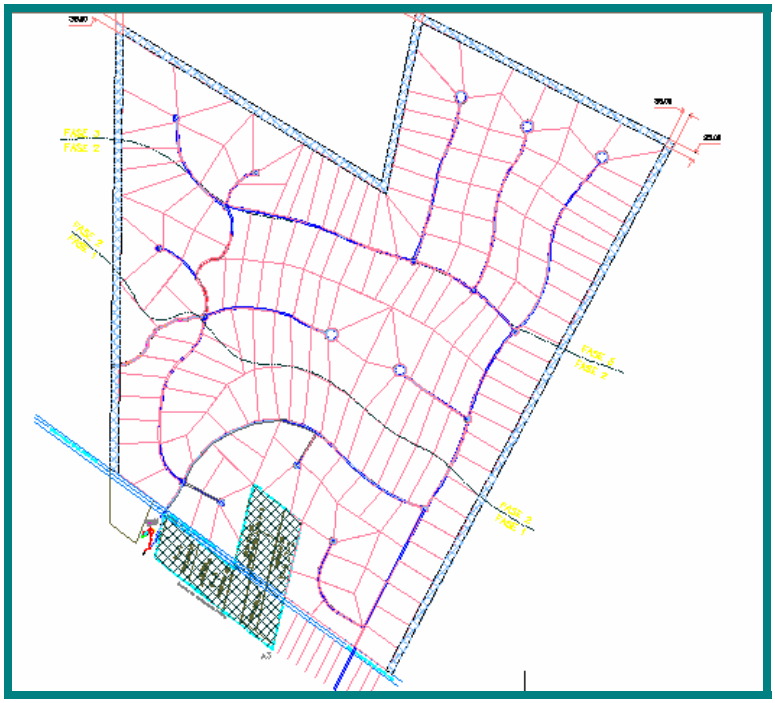


Figura 2. Se observa en el esquema la franja de amortiguamiento, el fraccionamiento de los 191 lotes residenciales, 11 lotes comerciales y caminos, (Plano PG-3).

La vegetación original y en general las condiciones naturales serán conservadas en un 94.65 % del total del predio, realizando un uso de baja densidad, por lo que aunque se solicita **el cambio de uso de suelo para la superficie total del predio 481-20-61.20 has**, con la condicionante de que únicamente se aprovechará de manera restringida el 5.35 % de esta superficie total. (Especificaciones en las

tablas 2, 5 y 6, y en los planos *de planta tipo comercial, residencial de uso de suelo y planta general*).

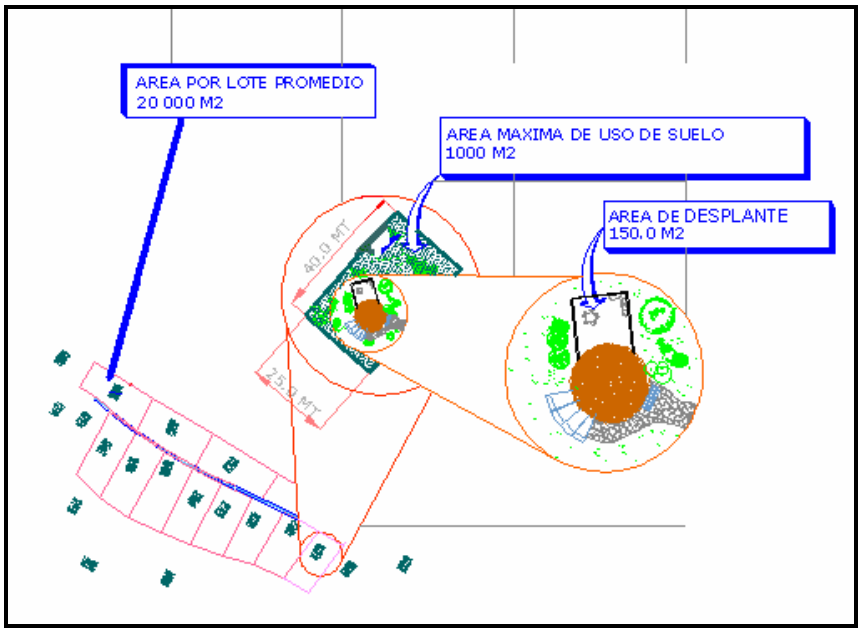


Figura 3. Esquema de la ocupación de cada lote residencial, de las 2 has únicamente se pueden ocupar 1,000 m^2, construyendo en un área de desplante de 150 m^2.

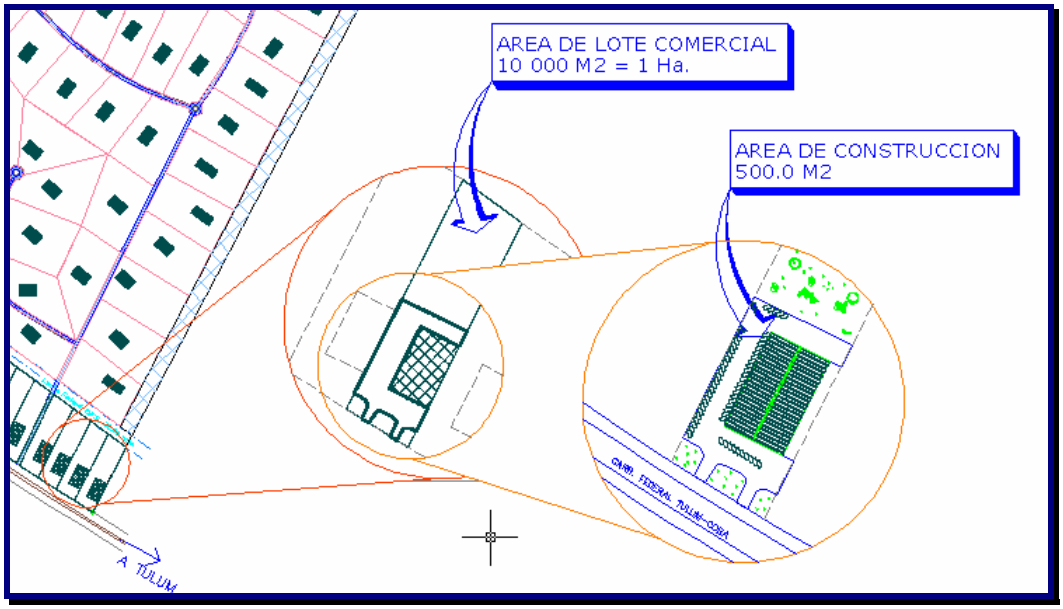


Figura 4. Esquema de la ocupación de cada lote comercial, de 1 ha, donde se podrán utilizar 500 m^2

El desarrollo del proyecto se realizará en tres fases:

Fase 1.- Contempla la consolidación de la delimitación de 64 lotes residenciales, y de 11 lotes comerciales a través de mojoneras. Donde estos serán provistos de infraestructura básica por parte de la empresa *Los Árboles Tulum S.A. de C.V.* que consiste en una red vial rústica integrada a la naturaleza, conformada por un camino principal que inicia en la carretera Tulum-Coba formando un circuito que lleva a cada uno de los lotes, el cual tendrá una longitud de 4,886.20 metros y un ancho de 5 metros.

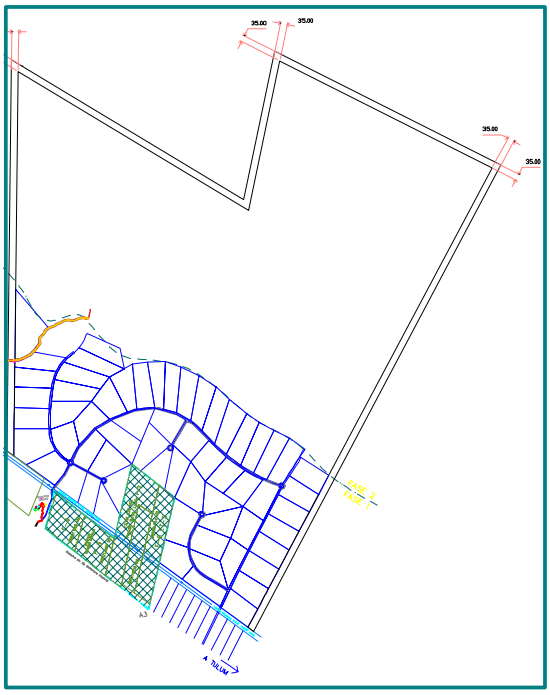
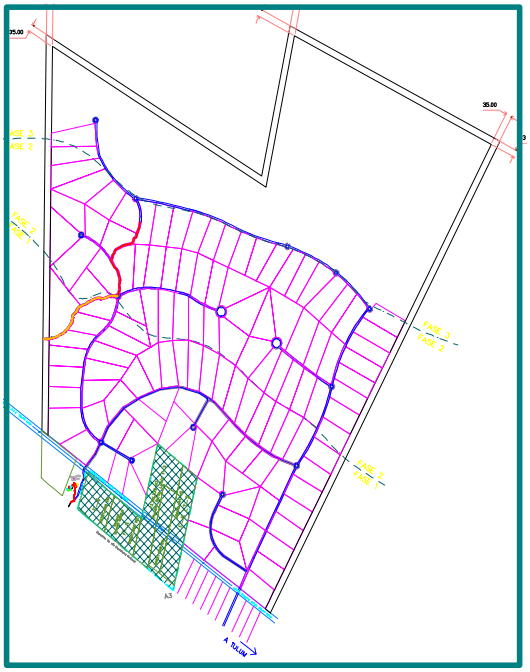


Figura 5. Esquema del área que abarca la fase 1.



Fase 2.- Se desarrollarán 62 lotes residenciales, esta etapa inicia a partir de que se halla concluido la venta de la primera fase (aproximadamente 2 años), en esta etapa se construirán 2,648.40 metros lineales de camino.

Figura 6.Esquema de la lotoficación de la fase 1 y 2.

Fase 3.- En la última fase que se prevé para el cuarto año a partir del comienzo del proyecto se pondrán a la venta los últimos 56 lotes residenciales y se construirán 4,600.4 m lineales de caminos.

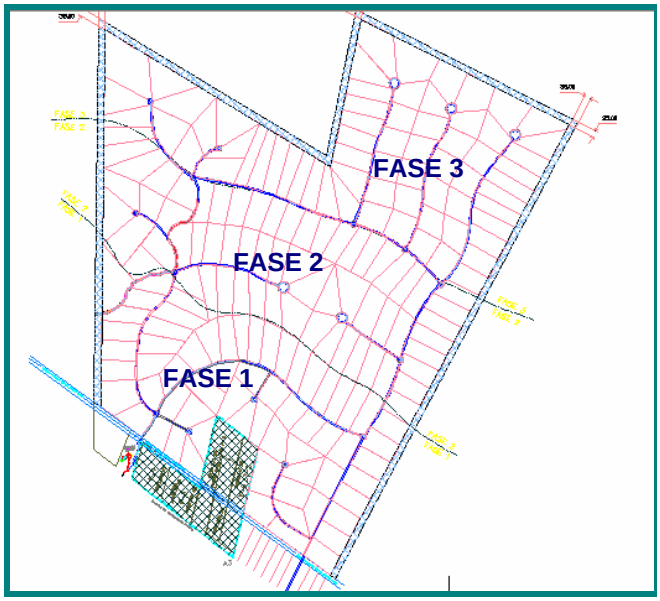


Figura 7. Esquema de las tres fases, las cuales se calcula conllevarán 8 años.

Como se aprecia en los anteriores esquemas este proyecto integra su diseño arquitectónico al paisaje de la selva mediana, supeditándose a la conservación de sus ecosistemas con un uso de suelo de ecovillas de muy baja densidad, construidas con técnicas de bajo impacto ambiental que al ejecutarse por fases o etapas, podrán considerar los impactos sinérgicos o acumulativos del conjunto, monitorearlos y corregirlos en etapas posteriores al inicio de las obras.

El **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum** se construirá con base en la filosofía ***"Building Biology"*** (construcción biológicamente amigable), que plantea la interacción holística entre seres humanos y medio ambiente. Las pautas de esta filosofía son las siguientes:

- Viviendas situadas fuera de centros de industria y rutas principales de tráfico.

- Viviendas en fraccionamientos con amplias áreas de conservación.

- El uso de materiales de construcción naturales, no tóxicos y sin tratamientos químicos, así como técnicas constructivas de bajo impacto ambiental.

- Uso de materiales de piso, pared y techo que permiten la difusión del aire de acuerdo a los principios de la arquitectura bioclimática y tropical.

- Uso de energía solar en todos los casos que sea posible.

- Protección adecuada contra el ruido y vibraciones.

- Aprovechamiento máximo de luz y colores naturales en el interior.

- Uso de materiales de construcción que no contribuyen a la degradación o contaminación del medio ambiente en la extracción, manufacturación, instalación o uso, y que no exploten los recursos naturales limitados o en peligro de extinción, y que cuenten con todos los permisos, autorizaciones y provenientes de empresas ambientalmente responsables.

El promovente venderá los 203 lotes, donde cada contrato de compra-venta, llevará adjunto el ***"Plan Maestro Los Árboles Tulum***" y su "***Reglamento de Diseño Construcción y Control Ambiental***", el cual aparece anexo a la presente manifestación de impacto ambiental, con el fin de que de ser aprobado por la SEMARNAT, cada comprador deberá dar cumplimiento a lo establecido en los documentos anexos.

Por medio del plan maestro y su reglamento el promovente busca dar certidumbre a los 192 propietarios de los lotes y a los propietarios de los lotes comerciales, que como vecinos del desarrollo, tendrán la misma obligación de cumplir con los lineamientos contenidos en el Reglamento de Construcción y Plan Maestro. Del mismo modo se gestiona que los futuros propietarios ya no tengan la necesidad de

realizar el trámite para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo.

La empresa Los Árboles Tulum S.A. de C.V. realizará el rescate de vegetación de la superficie destinada para ser aprovechada en cada lote, participará activamente en el diseño de estructura, planeación de áreas ajardinadas, sistemas eficientes para tratamiento de aguas residuales, sistemas tradicionales para la captación de agua pluvial, consulta e instalación del sistema de energía alternativa, entre otros. Aunque existe un tendido de energía eléctrica a lo largo de la carretera Tulum-Coba, ésta será empleada por los propietarios de los lotes comerciales, en tanto que el proyecto habitacional contempla el uso de energía por medios alternativos como foto-celdas, veletas, etc., esto con la finalidad de mantener las condiciones naturales del lugar y al mismo tiempo incorporar un sistema sustentable en este rubro en cada una de las viviendas.

El proyecto contará con un vivero (además se tramitará su registro como UMA) para colocar los ejemplares que se rescaten y realizar la reforestación de los lotes, éste se ubicara en la zona actualmente ocupada.

Los atributos que se consideran relevantes a conservar y que serian los indicadores de la sustentabilidad del desarrollo del proyecto Los Árboles Tulum son:

- Naturalidad del paisaje.
- Estado de conservación de la flora, la cual se presenta en condiciones saludables.
- Presencia de fauna silvestre, que ocupa el sitio para refugio, alimentación y reproducción.

- Fácil acceso, pero sin estar inmersa en una zona con uso intensivo, por lo que se deja un área de amortiguamiento en los límites del predio.

- Empleo de tecnologías ambientales para el aprovechamiento del agua y la energía, así como para evitar la contaminación atmosférica, ruidos y vibraciones, la contaminación por residuales líquidos, sólidos, desechos peligrosos y otros desechos.

Figura 8. Vista aérea de la zona del proyecto, los terrenos junto a la carretera son ajenos a la propiedad de Los Árboles Tulum.

2.1.1.2 OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

El uso de suelo actual de las 481-20-61.20 has, que conforman Los Árboles Tulum se reconoce como de **agostadero de mala calidad, que tuvo según el acta de deslinde un uso agrícola en los años 80's** (Ver escritura Publica Numero Mil Cuatrocientos Setenta y Siete (1477) y acta de deslinde con fecha del 22 de julio

de 1987, en anexos). Por otro lado este sitio no se encuentra normado por ningún Programa de Ordenamiento Ecológico, Plan Director de Desarrollo Urbano o cualquier otro instrumento de planeación Municipal o Estatal.

Es por ello que a través de esta manifestación de impacto ambiental, en congruencia con la factibilidad del proyecto emitida el 31 de julio del 2003, por el H. Ayuntamiento Solidaridad (oficio DGAU/723/2003 en anexos), se solicita lo siguiente:

- El cambio de uso de suelo del total de la superficie del predio 481-20-61.2 has, para lo cual también se anexa el Estudio Técnico Justificativo para cambio de uso de suelo forestal.

- La autorización en materia de impacto ambiental para la lotificación y construcción de los accesos, y andadores, con las características que se detallan a largo del presente documento.

- Aprobación del Plan Maestro y del Reglamento de Diseño Construcción y Control Ambiental de Los Árboles Tulum, señalando su obligatoriedad.

- Autorización para la construcción de 192 villas unifamiliares donde se establezca como obligatorio el apego al Plan Maestro y su reglamento.

- Autorización para la construcción de 11 lotes comerciales donde se establezca como obligatorio el apego al Plan Maestro y su reglamento.

2.1.2 Selección del sitio.

El sitio elegido para el desarrollo del proyecto cumple con las características necesarias del concepto de vivienda y conservación, ya que cuenta con un área de selva conservada, además de las siguientes particularidades:

1. Se encuentra relativamente a 13 Km. de un centro de población, como lo es el poblado de Tulum que cuenta con servicios básicos.

2. Tiene fácil acceso, al encontrarse sobre la carretera Tulum – Coba procedente de la vía principal que atraviesa Quintana Roo de norte a sur la carretera federal No. 307 Chetumal – Puerto. Juárez.

3. El sitio es idóneo para utilizar Infraestructura alternativa, conservar elementos que resaltan la naturalidad al estar en un buen nivel de conservación.

4. En los alrededores no existen desarrollos grandes. El predio seleccionado está ubicado en una zona tranquila y remota pero de fácil acceso.

5. La certeza de que en caso de no conservar esta zona muy probablemente este predio será destinado para actividades altamente impactantes para el medio natural, tales como la ganadería, agricultura de subsistencia, asentamientos irregulares, tala clandestina, entre otros procesos que se dan en la región como consecuencia del alto crecimiento poblacional del Municipio de Solidaridad.

El uso de suelo no esta contemplado en ningún instrumento de regulación que aplique en la zona como son; *El Programa Director de Desarrollo Urbano 2002-2006 del municipio de Solidaridad: Tulum, Playa del Carmen, Ciudad Aventuras, y Chemuyil, El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum*, por lo que el promoverte propone un Plan Maestro con el fin de que los propietarios se vean obligados a respetar la densidad y área de construcción propuesta.

2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El predio en donde se propone desarrollar el proyecto **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum** se ubica al nor-poniente de la ciudad de Tulum, en el tramo comprendido entre los kilómetros 11+900 y 13+000 de la carretera Tulum-Coba, a la cual se accede desde el entronque con la Carretera Federal 307 Reforma Agraria (Chetumal)-Puerto Juárez. (Figura 1, Se anexa plano de localización).

El predio se encuentra delimitado por brechas, en todo el perímetro, así como por una alambrada (de reciente construcción ya que la entrada de los taladores clandestinos iba en aumento) y con mojoneras en los vértices, sus colindancias son las siguientes:

- ⇒ Al Norte y Este colinda con terrenos del Ejido Tulum y predio “La Escalera”.
- ⇒ Al Oeste con el Ejido Macario Gómez,
- ⇒ Al Sur con predios particulares de menor extensión y con la carretera federal Tulum – Coba.

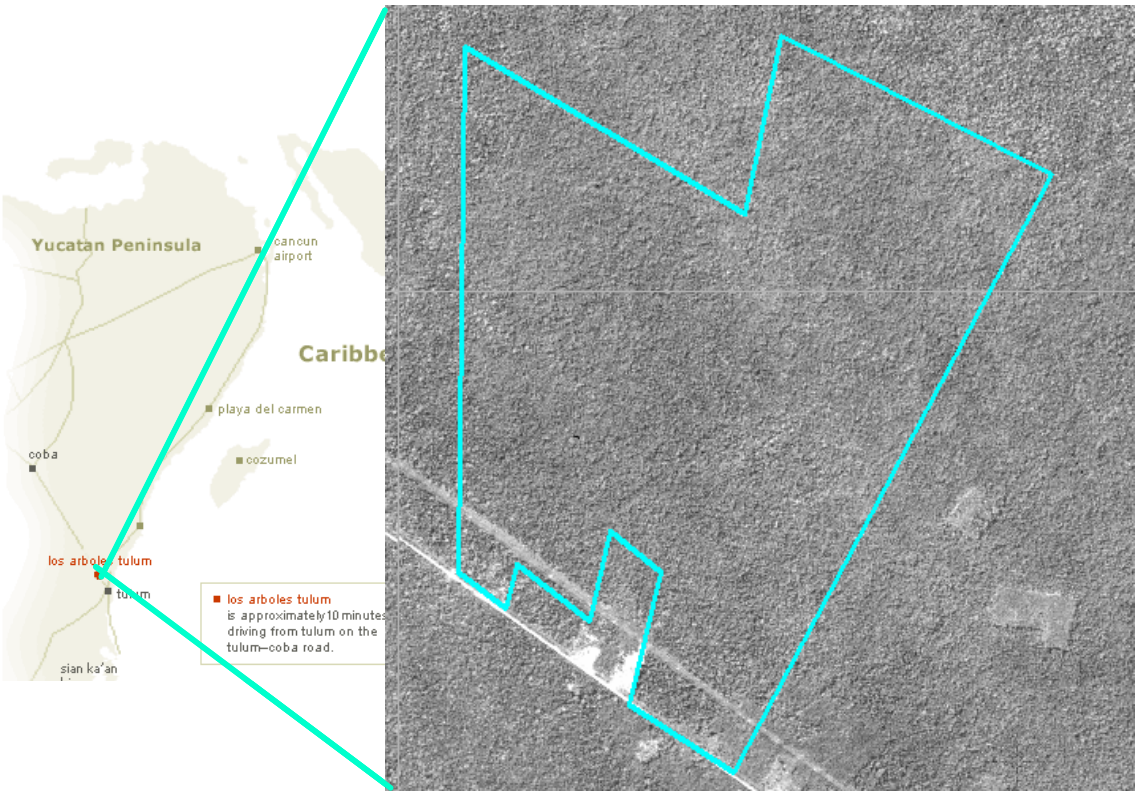


Figura 9. Los predios que conforman el predio Los Árboles Tulum se sitúan aproximadamente a 130 kilómetros al sur de Cancún, y a 224 kilómetros al noreste de Chetumal la capital del estado, y a 13 kilómetros del centro urbano de Cancún. **(INEGI, Ortofoto 2000, F16C78.E)**

El Cuadro de construcción de la poligonal que lo contiene tiene las siguientes medidas y orientaciones:

POLIGONAL ENVOLVENTE GENERAL

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
	1			A	2,243,928.8750	446,492.5080
1	2	N 27°55'0.0" E	2955.000	B	2,246,540.0000	447,876.0000
2	3	N 62°51'0.0" W	1324.118	C	2,247,144.1700	446,697.8850
3	4	S 11°43'11" W	795.846	D	2,246,364.9150	446,536.2280
4	5	N 58°49'30.2" W	1418.126	E	2,247,099.0120	445,322.8930
5	6	S 00°41'0.0" W	2295.000	F	2,244,804.1750	445,295.5220
6	7	S 51°54'35.9" E	260.760	G	2,244,643.3110	445,500.7530
7	8	N 13°6'34.7" E	199.696	H	2,244,837.8020	445,546.0470
8	9	S 51°58'48.5" E	400.000	J	2,244,591.4280	445,861.1660
9	10	N 13°6'34.8" E	400.158	K	2,244,981.1570	445,951.9280
10	11	S 51°58'47.9" E	282.000	L	2,244,807.4630	446,174.0860
11	12	S 13°3'57" W	600.000	M	2,244,222.9960	446,038.4440
12	1	S 57°4'0.3" E	541.000	A	2,243,928.8750	446,492.5080

El plano de detalle que contiene esta información de los vértices geoposicionados en Datum WGS-98 del cuadro de construcción aquí referido se presenta como "PLANO A-2" en el apéndice final de planos y tablas de este documento.

2.1.4 Inversión requerida

La inversión requerida para llevar a cabo el proyecto es de $35.920 millones de pesos M.N., que contemplan los costos de material y mano de obra, además de la promoción (estudios preliminares, rescate de vegetación y fauna, trámites legales, permisos, servicios profesionales, caminos y brechas, entre otros).

Se estima que la recuperación del capital se llevara a cabo en los tres años posteriores a la finalización de la primera etapa del proyecto, es decir aproximadamente en 8 años.

Tabla 3. Desglose de la inversión requerida para la infraestructura básica de la lotificación del **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum**.

Descripción		Unitario	Total
Venta de los lotes	203		400,000
Ingreso Total			81,200,000
			8,800,000
Seguro de Titulo de Propiedad			80,000
Impuestos & Costo de Cierre			1,400,000
Calles & Banquetas			3,000,000
	Salarios	1,800,000	
	Materiales	1,200,000	
Casita & Instalaciones			200,000
Sistema de Agua			880,000
Sistema Eléctrico			10,000,000
Sistema de Alcantarilla			200,000
			1,800,000
Marketing o comercialización			1,100,000
Vegetación			250,000
Legal			200,000
Ingeniería			800,000
Costos de Viaje			200,000
Contabilidad			300,000
Gastos Operacionales			1,900,000
	Salarios	1,100,000	
	Per Diem	200,000	
	Materiales	600,000	
Interés			3,060,000
Costo de Financiamiento			1,750,000
			35,920,000
		Ganancia	**45,280,000**

2.1.5 Dimensiones del proyecto

2.1.5.1 Superficie total del predio.

El predio tiene una superficie total de 4812,061.20 m^2 (481-20-61.2 has), (consultar *tabla 1, plano topográfico y escrituras anexas*), el cual es resultado de tres predios con las siguientes dimensiones:

Tabla 4. Lotes que conforman el predio.

Predio	Área en ha
Rancho Viejo	2,695,500.0
Fracción cinco del predio denominado “Santa Lucia”.	690,000.0
Fracción seis Lote-1 del predio denominado “Santa Lucia”.	1,426,661.2
PREDIO LOS ÁRBOLES TULUM	4,812,061.2

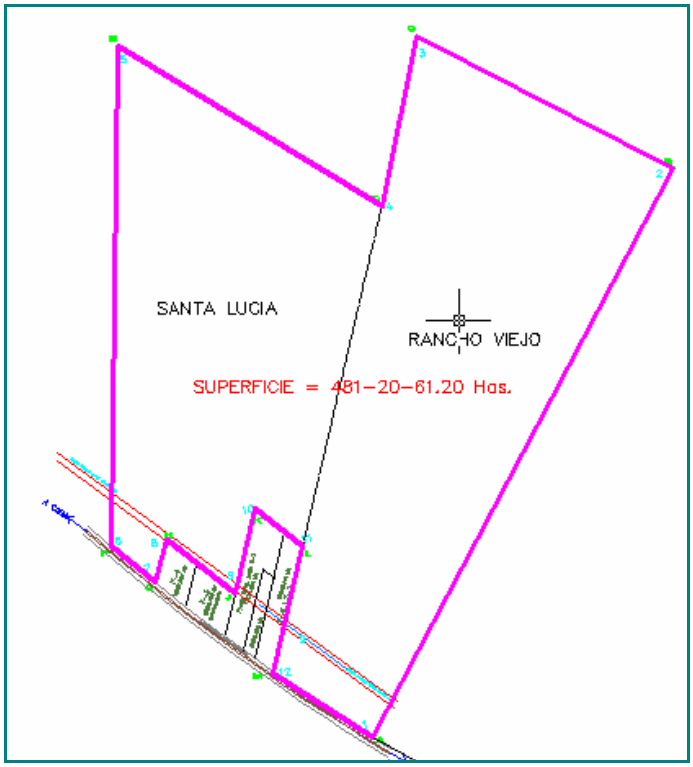


Figura 10. Delimitación de los tres predios que conforman *Los Árboles Tulum*.

2.1.5.2 Superficie a afectar (en m^2) con respecto a la cobertura vegetal.

En el proyecto **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum** existen dos tipos de uso de suelo, el residencial y el comercial:

LOTES RESIDENCIALES.

a) En cada lote de 2 has se podrá hacer uso únicamente de un área máxima aprovechable de 1,000 m^2 equivalente al 5% de la superficie total del predio.

b) En este 5% únicamente se puede realizar construcciones techadas en 150 $m^{2,}$ donde se requiere se desmonte toda la vegetación, y sobre esta área realizar la edificación, lo que se traduce en el 0.0075 de Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS).

c) En los restantes 850 m^2 se podrán realizar obras de jardinería, accesos, patios, terrazas, alberca etc. De tal forma que se ajusten a la vegetación presente en el predio, respetando los ejemplares arbóreos.

d) Respecto al área de construcción, las residencia podrán ser de dos niveles, con un Coeficiente de Uso de Suelo de 0.015, es decir de 300 m^2.

LOTES COMERCIALES.

En el caso de los 11 lotes comerciales de 1 ha cada uno, estos podrán utilizar un área máxima de 1,000 m^2, y construir un local en un área de 500 m^2, a una altura máxima de 2 niveles o 8 m.

Las áreas que ya están afectadas por las construcciones existentes (realizadas por su antiguo dueño, cuando el predio aun era ejidal) abarcan un área de **214.75 m^2.** (Plano PG-5).

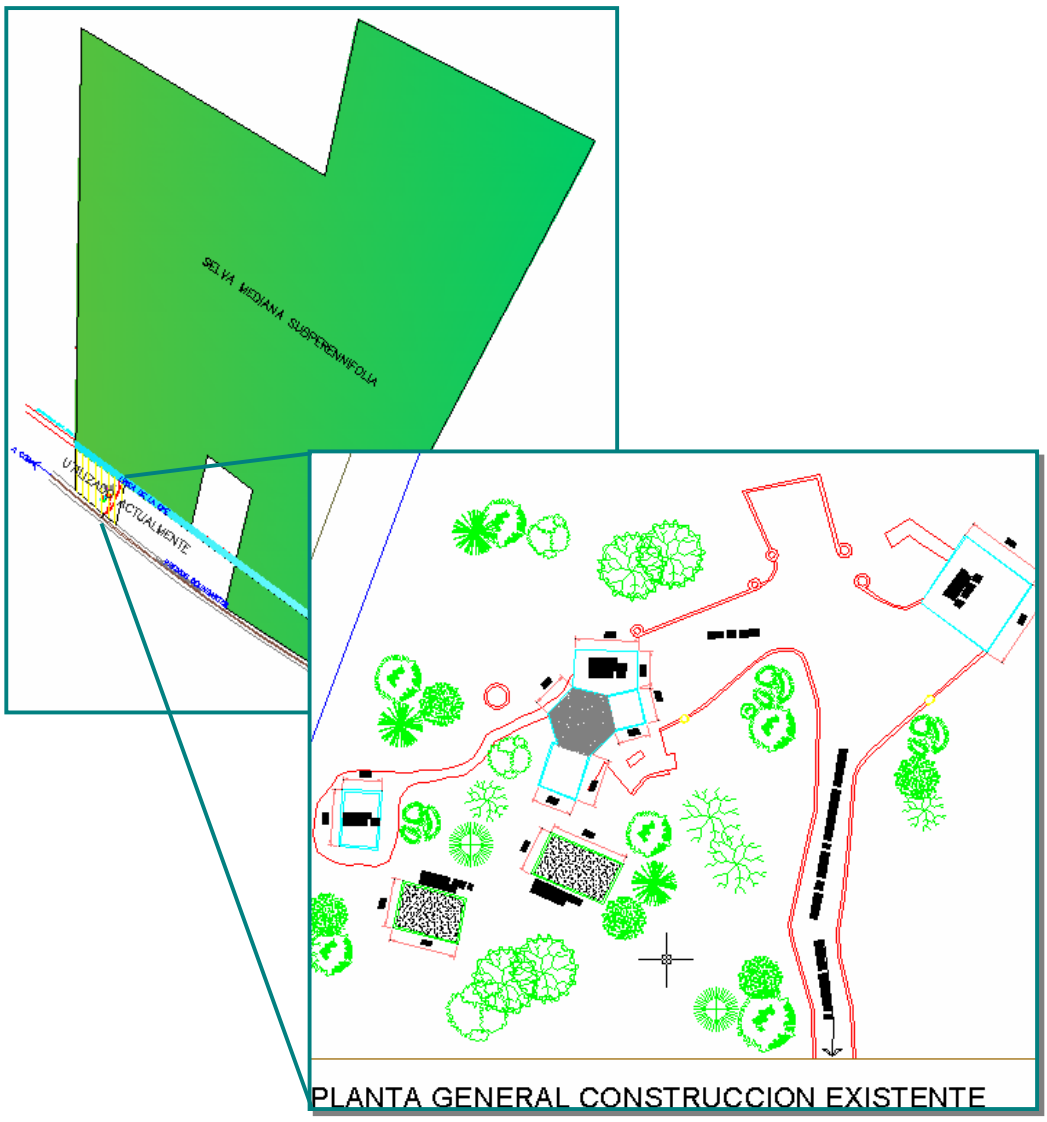


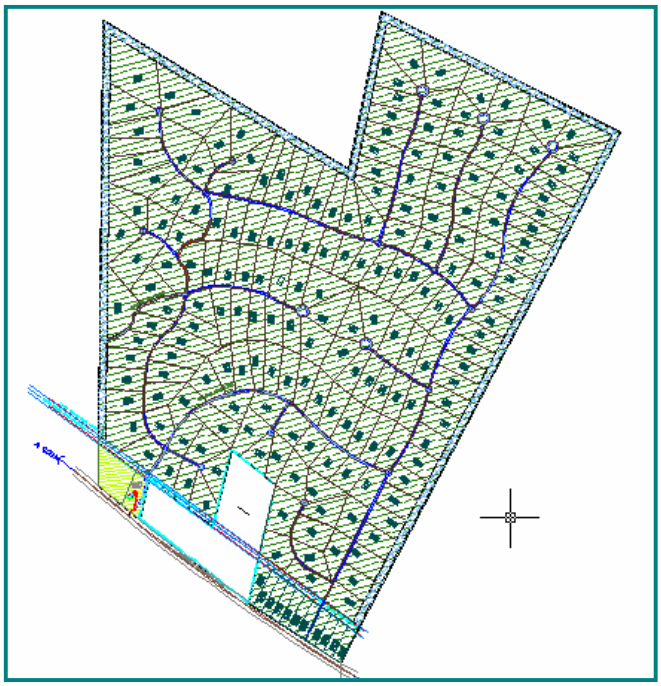
Figura 11. Esquema de las construcciones existentes en la zona de la entrada del predio.

En la tabla siguiente se resumen las áreas descritas, señalando la afectación máxima que generaría el desarrollo del **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum**:

Tabla 5. Superficie a afectar por cobertura vegetal, por el desarrollo Los Árboles Tulum.

CONCEPTO	Area de ocupación por unidad	Área de desplante. (m^2)	Porcentaje de afectación de
	m^2	Selva mediana subperennifolia	
Area existente	214.75	214.75	0.004%
Superficie de ocupación total para las192 villas unifamiliares.	1,000.00	192,000.00	3.99%
Superficie de ocupación por los 11 lotes comerciales.	500.00	5,500.00	0.11%
Superficies con vialidades andadores y áreas públicas de circulación peatonal	5.00	59,775.00	1.24%
Superficie de afectación total		**257,489.75**	**5.35%**
Superficie de conservación total		**4,554,571.45**	**94.65%**
Superficie total del predio		4,812,061.20	100%

Figura 12. La afectación máxima a la cobertura vegetal actual será del 5.35 %, ya que se conservará la cobertura original en el 94.65% del predio.



2.1.5.3 Superficie (en m^2) para obras permanentes.

Los Árboles Tulum se desarrollará en un predio de 481-20-61.2 hectáreas, integrando el concepto de residencial campestre y conservación, el primero en su tipo en la región.

Tabla 6. Superficie total requerida para el proyecto Los Árboles Tulum.

Descripción de áreas	Area m^2	Porcentaje %
Total del predio	4,812,061.20	100.00%
192 lotes residenciales de 2 has	3,840,000.00	79.80%
11 lotes comerciales de 1 ha	110,000.00	2.29%
Area de los 203 lotes	**3,950,000.00**	**82.09%**
Franja de amortiguamiento (35 m)	282,988.00	5.88%
Area de modificación residencial (850 m^2 Chapeo selectivo)	163,200.00	3.39%
Area de modificación comercial (150 m^2 Chapeo selectivo)	1,650.00	0.03%
Total de modificación parcial	**164,850.00**	**3.43%**
Area de construcción residencial (150 m^2)	28,800.00	0.60%
Area de construcción comercial (350 m^2)	3,850.00	0.08%
Caminos	59,775.00	1.24%
Desplante de la casa	214.75	0.0045%
Total de construcción.	**92,639.75**	**1.93%**
Total de uso de suelo (modificación parcial + área de construcción)	**257,489.75**	**5.35%**
Area de preservación	**4,554,571.45**	**94.65%**
Area total del proyecto	**4,812,061.20**	**100.00%**

Al ser un proyecto de conservación bajo el esquema de un uso y aprovechamiento sustentable, las superficies que se proponen ocupan el 5.35% del predio, en la tabla 6 se realiza la descripción de las áreas que se proponen para el proyecto y la superficies que se requieren para las obras permanentes.

CAMINOS

Los caminos al interior del predio y que permitirán el acceso a cada uno de los lotes tendrán 5 metros de ancho y 11,955 m, lo que ocuparán una superficie total de 59,775 m^2

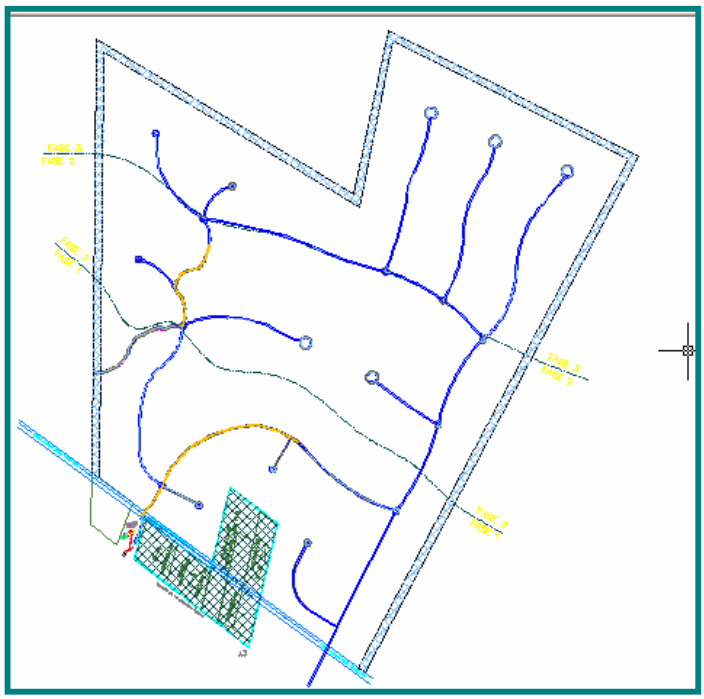


Figura 13. Esquema de los caminos que se construirán dentro del desarrollo Los Árboles Tulum.

LOTES RESIDENCIALES

(Figura 3)

En cada lote residencial de 2 has se plantea la construcción de una villa residencial unifamiliar de descanso, con un coeficiente de ocupación del suelo (COS) máximo de 0.075. Esto se refiere al área en la que se establecen las construcciones techadas, donde para su cimentación se remueven todos los estratos de vegetación y que en los lotes de 2 has es igual a 150 m^2 de área para desplante, con la opción de poder aprovechar en áreas exteriores para accesos, patios, terraza, estacionamiento, alberca y jardines hasta 850 m^2.

Es decir que en cada lote el área de preservación es del 95%; en cuanto al coeficiente de uso de suelo (CUS) de 0.015, se debe entender con él que el área de construcción techada de la planta baja se puede repetir en la planta alta, dando hasta un total de 300 $m^{2.}$ techados posibles.

La construcción de las villas residenciales unifamiliares de descanso se realizará de forma paulatina y a cargo de cada propietario del lote residencial, siguiendo los lineamientos del presente "*Plan Maestro*", "*Los lineamientos de Urbanización y Construcción"* y el "*Reglamento de Diseño, Construcción y Control Ambiental*", establecidos en el contrato de compraventa.

LOTES COMERCIALES

(Figura 4)

Con la finalidad de acercar a los habitantes del Fraccionamiento la posibilidad de compra y abasto de los insumos básicos necesarios para su vida y desarrollo, así como a los transeúntes vehiculares en su ruta a Coba y Tulum, y a los pobladores de la zona, está previsto dentro del conjunto pero fuera del Área Residencial un Área Comercial de 11 Has, dividida en 11 lotes comerciales de 1 ha, con un coeficiente de ocupación del suelo (COS) máximo de 0.035 y un coeficiente de uso de suelo (CUS) del mismo valor 0.035.

Es decir, que por predio de 10,000 m^2 se pueden aprovechar 500 m^2, o sea el 5% del área total, en cuya sub-área 350 m^2, son para las construcciones techadas y los restantes 150 m^2 para las áreas verdes y estacionamientos.

Tabla 7. Coeficiente de ocupación del suelo y coeficiente de uso de suelo del proyecto.

Clave	Densidad inmobiliaria máxima	Superficie promedio por lote	Superficie máxima aprovechable	Superficie máxima desplante techada	COS	CUS
R Residencial	1 Villa/Ha.	20,000 m^2.	1,000 m^2.	150 m^2./ nivel	0.0075	0.015
C Comercial	1 Com./ Ha.	10,000 m^2.	500 m^2.	350 m^2.	0.035	0.035

2.1.5.4 Superficies del predio, de acuerdo con la siguiente clasificación: conservación y aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos.

Con base en los criterios del *Art. 13 del Reglamento de la Ley Forestal*, así como del Inventario Nacional Forestal, la zonificación del predio Árboles Tulum de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el estudio forestal y de la caracterización vegetal, el 100% se clasifica como Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja, de acuerdo a las siguientes definiciones:

El uso designado de acuerdo a las actas de deslinde y a las escrituras es de "aprovechamiento como agostadero", uso que tampoco ha sido viable.

Tabla 8. Caracterización de superficies para el cambio de uso de suelo.

Zonas	Clasificaciones	Superficie. (ha)	%
Zonas de conservación y aprovechamiento restringido.	Áreas naturales protegidas	No aplica	0
	Superficie arriba de los 3,000 msnm	No aplica	0
	Superficie con pendientes mayores al 100% 0 45°.	No aplica	0
	Superficie con vegetación de manglar o bosque mesófilo de montaña.	No aplica	0
	Superficie con vegetación en galería.	No aplica	0
Zona de producción	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable alta.	No aplica	0
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable media.	No aplica	0
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja.	481-20-61.2	100%
	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas.	No aplica	0
	Terrenos adecuados para realizar forestaciones	No aplica	0
Zona de restauración	Terrenos de degradación alta	No aplica	0
	Terrenos con degradación media	No aplica	0
	Terrenos con degradación baja	No aplica	0
	Terrenos degradados que ya estén sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración.	No aplica	0

2.1.6 Uso actual del suelo

Actualmente el predio donde se propone construir el proyecto “Los Árboles Tulum” esta cubierto por vegetación de selva mediana subpperenifolia, en él limite sur del predio, donde se ubica el acceso desde la carretera Tulum – Coba existe una palapa de dos niveles y una vivienda de 2 niveles rustica. Donde habitan los trabajadores y temporalmente los propietarios, una palapa que funciona como bodega y un camino que va de la carretera hacia la mitad del predio (Consultar plano de desplante actual PG-5, y Figura 11).

Aunque en el predio no se realizan actividades de extracción o producción por parte del promovente, al contar con algunas especies de valor forestal (*Consultar Estudio de Caracterización Florística y Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de suelo, en anexos*), se lleva a cabo la extracción clandestina de madera, es decir que personas ajenas a los propietarios y trabajadores del predio, personas que entran en ocasiones con motosierras para extraer la madera o troncos completos o preparan las tablas en el sitio. Por las dimensiones del predio la vigilancia que se realiza actualmente por los trabajadores no es suficiente. Por ello y con el objeto de controlar un poco el acceso al predio se colocó una alambrada alrededor del predio.

En el mes de agosto en el sureste del predio se desmontó una parte de la vegetación por parte de personal del gobierno del estado, quien se encontraba realizando el acceso al predio que conformara el nuevo aeropuerto de Tulum, ignorando que se trataba de propiedad privada, lo que les fue informado posteriormente por los trabajadores y pararon los trabajos desviando su ruta de trabajo al limite del predio.

El predio no se encuentra contemplado en el Plan de Desarrollo Urbano de Tulum, y no existe cartografía que sustente los posibles usos, en la escritura se resalta que se clasifica como agostadero (pastizal para ganado).

Esta clasificación proviene de los años 70's, donde el gobierno pretendía hacer una zona ganadera, que por las condiciones de suelo, climáticas y ambientales en general no fue viable. Por lo que este uso se ha descartado en los planes de desarrollo estatal.

2.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El predio destinado para el proyecto del **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum,** es completamente rural, una línea de alta tensión pasa sobre el predio en línea paralela a la carretera Tulum-Coba con la que colinda el predio, por lo tanto podría accederse a este servicio si los residentes así lo solicitaran, por la filosofía del conjunto se utilizarán preferentemente energías alternativas, tales como celdas solares para la producción de electricidad.

En el caso del agua potable, los pozos de abastecimiento de agua utilizados por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado se encuentran aproximadamente a 3.5 Km. al oeste del predio. El agua se abastecerá mediante captación pluvial en cada una de las viviendas, para ello contarán con un sistema de captación integrado al concepto arquitectónico el cual contemplará la colecta de agua de lluvia y su almacén en una cisterna ubicada en el mismo espacio de desplante utilizado para la vivienda, se calcula que cada vivienda utilice un consumo promedio de 1 m^3 de agua por día. Por otro lado se analizará a futuro la posibilidad de solicitar ante la CNA la autorización de pozos de extracción, dependiendo la demanda requerida,

los cuales funcionarían por módulos de 50 viviendas, que contarían con una red de distribución adecuada al relieve de tal forma que no se modifique el paisaje y no requiera de desmonte.

Actualmente existe un camino viejo que va de la carretera a las dos cabañas existentes en el predio, y a la parte central del predio, hecho de piedra.

Los caminos de acceso y andadores, se construirán en el predio al momento de fraccionar cada una de las etapas, por ejemplo se construirá el primer año la fracción del camino principal que se encuentra en la etapa 1, después de que sean vendidos la mayoría de los lotes, se construirá el camino principal de la etapa 2 cuando se vendan estos predio, se construirá el camino de la ultima fase del proyecto (Figuras 5, 6,7 y 13)

2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

2.2.1 Programa general de trabajo

En general el proyecto se desarrollará de manera paulatina, en las tres fases mencionadas en el inciso *Naturaleza del Proyecto*,

Cada fase se desarrollara en 24 meses, en la siguiente tabla se presenta el cronograma de actividades, por lo que se proyecta que se concluirá la venta de los lotes en un periodo de 6 años, y los últimas villas se estarán construyendo en 8 años.

Tabla 9. Cronograma de actividades para cada una de las 3 fases del proyecto **Los Árboles Tulum.**

Actividad / Bimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estudios y programas solicitados por la SEMARNAT.												
Licencias y permisos para fraccionar ante el gobierno del estado y municipal.												
Trazo topográfico de las vialidades												
Marcado de individuos vegetales susceptibles de ser conservados *in situ*.												
Reconocimiento y rescate de las especies vegetales a lo largo de las áreas para la construcción del camino												
Desmonte selectivo en las áreas necesarias para el camino												
Delimitación topográfica de cada lote												
Nivelación del camino con sascab												
Promoción y venta de los lotes												
Construcción de casas habitación por parte del propietario de cada lote												

2.2.1.1 Estudios de campo y gabinete.

Para llevar a cabo la presente Manifestación de Impacto Ambiental se desarrollaron las siguientes actividades:

a) Descripción del proyecto e identificación de las acciones necesarias por etapa.

b) Se realizó un vuelo para verificar las condiciones del predio, se tomaron fotografías que se muestran a lo largo del estudio.

c) Descripción del sistema ambiental regional y local a través de búsqueda bibliografiíta, mapas, planos, estadísticas y recopilación de información general, a través sitios como el INEGI, CONNUBIO, SEMARNAT, CONAFOR, QUINTANA ROO, Y SOLIDARIDAD, entre otros.

d) Caracterización de vegetación y fauna, llevando a cabo una estancia en campo de 6 semanas con el objetivo de realizar muestreos nocturnos y diurnos, en el alba y en el crepúsculo, recorriendo el predio a lo ancho y a lo largo.

e) Estudio Forestal para la elaboración del Estudio Técnico Justificativo la para cambio de uso de suelo (anexo).

f) Se tomaron fotografías en diversos sitios del predio así como de las especies de flora y fauna registradas, con el fin de realizar la memoria fotográfica del trabajo de campo.

g) Basándose en los resultados de caracterización se presentan en la sección de anexos los programas de rescate de vegetación y fauna.

h) Se presenta para su aprobación el *"REGLAMENTO DE DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y CONTROL AMBIENTAL LOS ÁRBOLES TULUM" y "EL PLAN MAESTRO LOS ÁRBOLES TULUM".*

Los estudios de campo se realizaron con la siguiente metodología resumida, para su explicación en extenso consultar los estudios anexos a la presente:

1. **Caracterización de la vegetación**.- Se realizó por el método de cuadrantes con muestreo dirigido, tomando una muestra representativa del predio y con técnicas tanto cualitativas como cuantitativas. Los resultados del estudio se

muestran en el capitulo IV del presente documento y el estudio en extenso se presenta en la sección de anexos.

2. **Caracterización de fauna.**-

Mamíferos medianos y grandes: Se colocaron estaciones olfativas ubicadas al azar dentro del predio, las cuales fueron censadas y reactivadas cada 12 horas. En el centro se colocó un atrayente o cebo de frutas y pescado, al mismo tiempo se realizaron recorridos para incluir a las especies que no visitaron las estaciones de olor, poniendo especial atención en la identificación de excretas, rastros en los troncos de los árboles y restos óseos.

Mamíferos voladores: La captura se llevó a cabo mediante el uso de redes de niebla de 12 x 2.5 metros, colocadas en puntos al azar dentro del predio. La identificación de los individuos capturados se realizó mediante el uso de claves dicotómicas y guías fotográficas.

Aves: Se emplearon dos redes de niebla de 12 x 2.5 metros (30 m^2), colocadas al azar en diferentes sitios del predio, en un horario de 6:00 a 11:00 AM. También se realizaron recorridos de observación con un total de cinco mil metros con un ancho de banda de 6 metros, donde se registraron todas las especies reconocidas mediante canto o por contacto visual.

Reptiles y anfibios: Se realizaron recorridos a lo largo del predio en los que se llevó a cabo una búsqueda activa en oquedades, troncos, hojas secas y especies vegetales (broméelas y palmas) que proporcionan resguardo principalmente a serpientes, y en encharcamientos de agua y zonas con hojarasca húmeda para localización de anfibios, además de prestar especial atención a rastros como huevos o cascarones y pieles de muda que indicaran la presencia de dichos organismos.

3. **Programas de rescate de flora y fauna**.- Estos programa se elaboraron con base a los resultados de la caracterización, donde se incluyen las especies protegidas en la NOV-059-ECOS-2001 y las del CYTES así como las que tienen importancia ecológica relevante.

4. **Caracterización forestal para el estudio técnico justificativo del cambio de uso de suelo.-**

La metodología utilizada para la estimación del *volumen de madera total, comercial, o aprovechable y el volumen de madera a derribar* (en el 5.35% de la superficie de utilización, como resultado del cambio del uso de suelo para la ejecución del proyecto, fue un muestreo sistemático, (Plano PG-A anexo).

En total se distribuyeron 120 sitios de 500 m^2, en total 60,000 m^2 (6 has) que representan el 1.25% del total del predio, distribuidos en 8 líneas de muestreo. Las líneas tienen separación de 300 metros entre si y los sitios de muestro tienen 100 metros de separación entre los mismos.

Las unidades de muestreo de 500 m² tienen 12.62 m de radio, Cada sitio se ubicó sobre la línea de muestreo correspondiente para su identificación, y fue marcado en el centro con cinta roja, también se colocaron marcas al inicio de cada brecha. Los datos registrados en las marcas son: Número de Fila (Faja) y número de sitio al que corresponde.

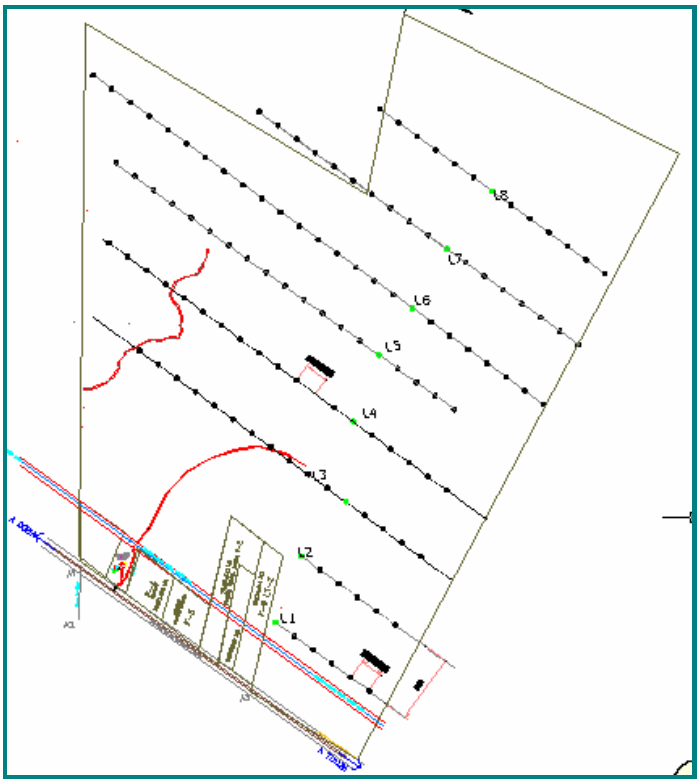


Figura 14. Distribución de los puntos de muestreo para el estudio forestal.

Figura 15. Los puntos clave para ubicar los sitios de muestreo se marcaron con cinta roja.

2.2.2 Preparación del sitio.

Debido a que el propósito principal del desarrollo del proyecto es el uso con una política de conservación de los atributos que conforman los elementos bióticos en el área, el programa de trabajo para la conformación del proyecto **Los Árboles Tulum**, es a largo plazo para ser desarrollado en un espacio de 8 años, de tal forma que la presión al ambiente por los trabajos de preparación y construcción no se acumulen en tiempo y espacio.

Lo que ofrece el promovente es el equipamiento básico del desarrollo, que conlleva la construcción de las vialidades y accesos. Para realizar el proyecto en cada una de las fases se han previsto, en orden cronológico, las siguientes actividades:

Para realizar el proyecto, cada etapa incluye en orden cronológico las siguientes actividades:

1. **Trazo topográfico de las vialidades**.- Este trazo se realizará de manera conjunta con el marcado de individuos, para que el trazo respete aquellos susceptibles de ser conservados *in situ*.

2. **Implementación de un vivero provisional**.- Antes de iniciar las obras será necesario implementar un vivero con el fin de que los ejemplares florísticos que se rescaten se mantengan en este sitio hasta su reforestación. Al comenzar a operar como provisional se buscara darlo de alta como UMA, ante la dirección de vida silvestre.

3. **Marcado de individuos vegetales susceptibles de ser conservados *in situ***.- Todos los árboles que tengan un diámetro mayor de 35 cm. serán conservados in situ, por lo tanto el camino no tiene a priori un

trazo rígido, sino que se adaptará a la presencia de árboles con estas características.

4. **Reconocimiento y rescate de las especies vegetales susceptibles de ello a lo largo de las áreas para la construcción del camino** En caso que en las áreas a desmontar, existan especies que por su fase de crecimiento, estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2001, endemismo o utilidad, serán rescatadas y conservadas en un vivero provisional adaptado a un costado del camino.

5. **Desmonte selectivo en las áreas necesarias para el camino**; se realizara el desmonte de las áreas elegidas para el camino, mediante una brigada que empleará técnicas manuales, quienes tendrán las instrucciones de respetar todos los árboles marcados para conservación *in situ,* el material vegetal retirado será triturado para la formación de composta.

6. **Delimitación topográfica de cada lote**, Una vez despejada el área del camino se procederá al reconocimiento de los límites de cada lote, que se limitarán por medio de mojoneras. No se permitirá la construcción de bardas, con el fin de mantener los conectores bióticos. siempre evitando cualquier brechado entre lote y lote

2.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

No es necesario construir campamento para las facilidades temporales durante la construcción, ya que el espacio para los trabajadores es suficiente, tomando en cuenta que no habrá más de 20 personas laborando al mismo tiempo. Como obras provisionales se utilizará la infraestructura ya disponible como:

1. La cabaña del vigilante cuenta con baño y cocina en la cual podrán establecerse los trabajadores.

2. Una bodega, ya existente en el predio, construida con madera donde en su parte superior existe otro espacio para trabajadores.

3. El vivero se implementara en el área sombreada y ya chapeada alrededor de las obras ya existentes.

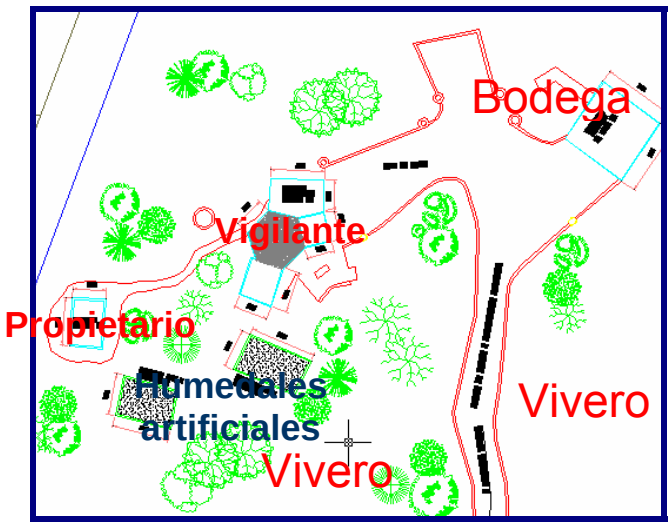


Figura 16. Esquema de las construcciones existentes en la zona de la entrada del predio, donde se ubicara el vivero.

2.2.4 Etapa de construcción

En esta etapa se considera la construcción de las vialidades en cada uno de las fases del proyecto. Los caminos serán de terracería para conservar la permeabilidad del suelo con el propósito de permitir la infiltración del agua de lluvia en, se respetarán in situ los árboles con un diámetros de 35 cm. o más medido a la altura del pecho.

a) Una vez que el área de la vialidad se encuentre trazada y despejada, se procederá a colocar las terracerías lo cual consistirá en una capa de sascab

compactado de aproximadamente 60 cm. de espesor en promedio que constituirá el área de rodamiento de la vialidad con riegos sucesivos de agua hasta alcanzar 95% de grado de compactación de la prueba proctor; usando medio mecánicos (Motoconformadora y rodillo vibrocampactador Vap. 70 ó similar),

El área de rodamiento se quedara como terracería por lo que en ningún momento se colocará ningún tipo de carpeta asfáltica. En los paseos laterales del camino se colocará una guarnición de piedra del lugar que evitará la erosión del mismo y canalizará las aguas pluviales de escorrentía.

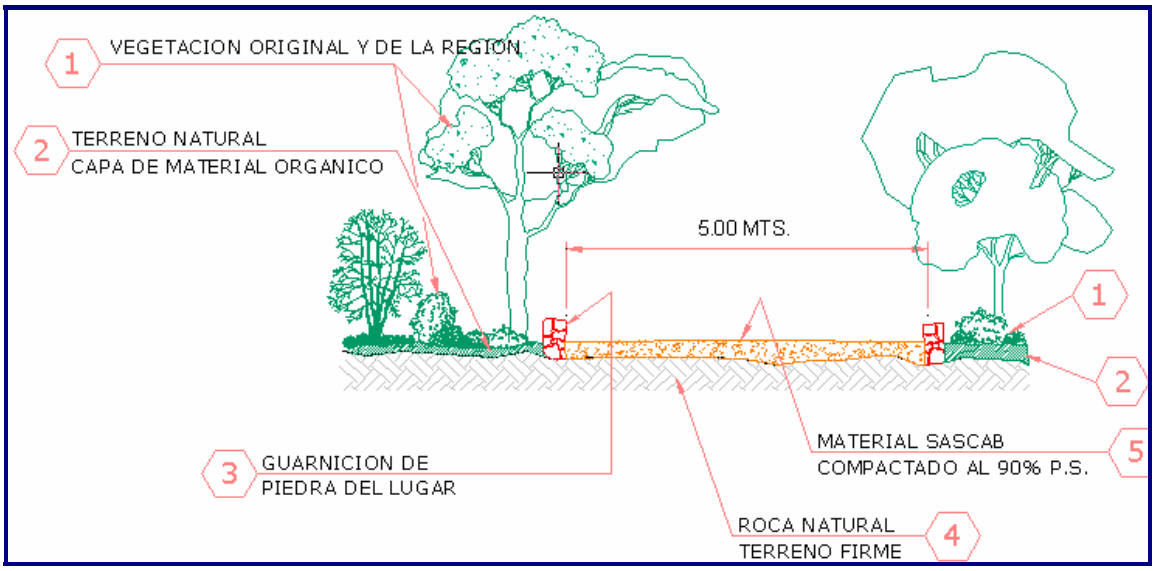


Figura 17. Corte esquemático de los caminos,

b) Para el caso de la construcción de las villas unifamiliares de descanso, cuya construcción estará a cargo del propietario de cada lote, ésta se deberá realizar en estricto apego al "*Plan Maestro Los Árboles Tulum"* y a su *"Reglamento de Diseño Construcción y Control Ambiental de Los Árboles Tulum*", (consultar sección de anexos).

El desmonte del área de desplante se realizará bajo la filosofía de conservación *in situ* de elementos importantes, ya sea por su estatus de

protección, endemismos o utilidad, se realizará el rescate y traslado al Vivero provisional, así como de trituración y distribución a modo de hojarasca del material vegetal producto del desmonte, con el apoyo del personal administrativo.

c) Se propone que anualmente se realice un informe de cumplimiento ante la instancia que la SEMARNAT señale como la encargada de llevar acabo el seguimiento de condicionantes y apego del *"Reglamento de Diseño Construcción y Control Ambiental de Los Árboles Tulum*".

2.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Al concluir los accesos y la lotificación de cada etapa se venderán los lotes directamente a particulares que se identifiquen con el esquema "Building Biology" y que se les dará a conocer de antemano el Plan Maestro y su *"Reglamento de Diseño Construcción y Control Ambiental",* señalando su estricto cumplimiento.

Habrá un programa permanente de mantenimiento en el fraccionamiento que se encargará de los servicios de las áreas comunes.

Los lotes serán comercializados a personas interesadas en el concepto "Building Biology", quienes construirán sus viviendas acatando lo descrito en el documento que se incluiría como parte del contrato de venta: **"*Reglamento de Diseño Construcción y Control Ambiental de Los Árboles Tulum*".**

Dado que el proyecto se encuentra totalmente integrado al entorno natural, las actividades de operación y mantenimiento del conjunto residencial se reducen a mantener las áreas comunes en buen estado físico y limpias. Cada propietario deberá encargarse del correcto funcionamiento de sus sistemas de captación de agua, red sanitaria interna, producción de energía eléctrica mediante sistemas

fotovoltaicos y/o eólicos, etc. En ningún momento se manejarán materiales o residuos considerados como peligrosos.

⇒ El uso de los lotes residenciales será unifamiliar.

⇒ En los lotes comerciales se podrán instaurar comercios que vayan acordes con el tipo de desarrollo propuesto, donde no se manejen sustancias o residuos peligrosos.

2.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

No se prevén obras asociadas al proyecto además de las descritas anteriormente.

2.2.7 Etapa de abandono de sitio

Se prevé que el proyecto sea una obra permanente, principalmente en la proporción de las áreas de construcción con respecto a las de conservación, por ello no se prevé el abandono del sitio.

En caso de que algún propietario decida abandonar su predio, este deberá retirar todas las construcciones y realizar la reforestación con especies nativas.

2.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Se calcula que en una urbanización promedio cada habitante genera entre 0.5 y 1.0 kilogramo de desechos sólidos el cual se estima aproximadamente en 200 Kg. diarios una vez que funcione el conjunto residencial y se encuentre ocupado en toda su capacidad, contando las 192 residencias con un promedio de 4 habitantes

por vivienda. El servicio de colecta de este tipo de residuos estará a cargo de una compañía contratada para tal efecto, quien se encargará de transportar los residuos sólidos al relleno sanitario municipal, los cuales son perfectamente asimilables por los sistemas de disposición municipal.

Debido a este tipo de proyecto ecológico, se contará con un programa de reducción, separación y reciclaje. Por el concepto del desarrollo se establecerá un programa de manejo de residuos sólidos, de tal forma que se promueva la elaboración de comporta, y el almacenamiento adecuado de materiales reciclables con el fin de que se dirijan a un centro de acopio regional quien lo traslada directamente a las empresas recicladotas, algunos de los residuos que se acopian en la región son la lata, el PET, y el cartón.

Durante las labores de construcción de las vialidades, los residuos sólidos y restos de material sobrante y escombros serán trasladados periódicamente, al relleno sanitario indicado por la autoridad municipal.

Se establece la prohibición de arrojar cualquier tipo de residuo sólido o liquido directamente hacia el suelo. No se admitirá la quema de residuos dado que no se realizara ningún tipo de combustión en ninguna etapa del proyecto, por lo que no habrá generación de emisiones a la atmósfera.

2.2.9 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Las aguas residuales de cada una de las viviendas serán depuradas in situ, mediante un sistema de tratamiento en cada lote, el sistema será elección del propietario siempre y cuando cumpla con Normas Oficiales Mexicanas, así como con las leyes y reglamentos que al respecto se hallen vigentes al momento de ser construidas, y no ocupe un área mayor a la contemplada en el PLAN MAESTRO

DEL FRACCIONAMIENTO PRIVADO DE CONSERVACIÓN LOS ÁRBOLES TULUM.

En esta tipología de “Building Biology” es usual el empleo de los sistemas de depuración de aguas residuales por medios biológicos que garanticen la remoción apropiada de contaminantes. Actualmente en la cabaña que se encuentra en el predio se cuenta con un sistema de biofiltros o humedal artificial, el cual se recomendará a los residentes, así mismo se conoce del éxito y ahorro de agua de los baños secos composteros. (En la sección de anexos se presenta la ficha técnica de los humedales artificiales)

Las normas que aplican al respecto de la calidad y tratamiento del agua residual se enuncian en la siguiente tabla:

Tabla 10. Normas oficiales mexicanas referentes al agua residual.

Norma	Lineamientos que establece
NOM-001-SEMARNAT-1996.	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (Aclaración 30-abril-1997)
NOM-002-SEMARNAT-1996.	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicios al público.

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

3.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL.

3.1.1 LEYES Y REGLAMENTOS.

La vegetación que cubre el predio en el que se pretende llevar a cabo el proyecto es una Selva Mediana Subperennifolia, que conforme a la *Fracción VII del Artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*, así como inciso *"O" del Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental*, que a la letra dice:

> *O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:*
>
> *I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.*

Corresponde a las autoridades Federales, a través de la SEMARNAT el otorgar, si así lo considera, la autorización del cambio de uso de suelo en este terreno para el

desarrollo inmobiliario de baja densidad, en un concepto de conservación intensiva.

Por esta razón, la presente Manifestación de Impacto Ambienta ha sido elaborada siguiendo la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, para proyectos que requieran Cambio de Uso de Suelo o Proyectos Agropecuarios, publicada por la SEMARNAT, realizando las descripciones tanto en términos regionales como particulares. Por la magnitud del predio y en apego al artículo 11 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como en el Artículo 14 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, que a la letra dice:

> *ARTICULO 14. Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.*

Por otro lado con la presente manifestación se solicita la autorización en materia de impacto ambiental, del cambio de uso de suelo de acuerdo al artículo 117, capituló uno del titulo quinto de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (se incluye el Estudio Técnico Justificativo anexo) ;

> *ARTICULO 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.*

Al mismo tiempo que se ingresa la manifestación de impacto ambiental, se lleva a cabo el tramite catalogado con la homoclave SEMARNAT-02-001, ante la dirección de gestión ambiental y de suelos, en la delegación Chetumal.

3.1.2 NORMAS OFICIALES.

NOM-059-SEMARNAT-2001 PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SI INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.

En el predio se localizaron 4 especies vegetales catalogadas en esta norma, y veinte especies de vertebrados con problemas de conservación de las cuales, cuatro pertenecen al grupo de los mamíferos, doce al grupo de las aves y cuatro al de reptiles.

Al tratarse de un proyecto con política de conservación se esta buscando que se mantenga la dinámica natural del ambiente conservando una a parte significativa que representa el hábitat de una alta diversidad, respetando la vegetación y fauna original, a través de una serie de lineamientos que se propone en el Plan Maestro y su Reglamento, y donde las áreas destinadas a conservación se declaren como una copropiedad de tal forma que nadie pueda realizar acciones, sin que todos estén de acuerdo.

NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. (Aclaración 03-marzo-1995).

5.4 Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas, son los establecidos en la Tabla 1.

T a b l a 1

HORARIO	*LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES*
de 6:OO a 22:OO	*68 dB(A)*
de 22:OO a 6:OO	*65 dB(A)*

Las instalaciones de cada villa deberán respetar estos límites, por el bienestar de los demás usuarios y de la fauna silvestre.

NOM-003-SEMARNAT-1997. QUE ESTABLECE LOS LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PUBLICO.

En caso de que el agua de tratamiento se utilice para riego deberá cumplir las especificaciones señaladas en esta norma, definida como servicio al público con contacto indirecto u ocasional.

LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES

TIPOS DE REUSO	*PROMEDIO MENSUAL*				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	*Huevos de Helminto (h/l)*	*Grasas y aceites m/l*	*DBO5 mg/l*	*SST/mg/l*
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	*1,000*	*< 5*	*15*	*30*	*30*

Utilizando el sistema de humedales artificiales, el agua se evapora, pero en caso de que las aguas residuales se pretendan utilizar para riego deberán cumplir con lo contenido en esta norma y con las especificaciones que se remiten a la NOM-001-SEMARNAT-1996.

NOM-001-SEMARNAT-1996, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES.

En apego a la NOM-003-ECOL-1997 los análisis de las aguas residuales, deberán cumplir con lo especificado para metales pesados, y con las especificaciones que solicite la CNA.

NOM-003-CNA-1996, REQUISITOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS.

En el caso que se precise la perforación de pozos, se seguirán las técnicas mencionadas está Norma y las especificaciones emitidas por la CNA, previa autorización y pagos de derechos a la CNA.

3.2 INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO.

El predio no se ubica en alguna zona contemplada en algún Programa o Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial ni de Desarrollo Urbano. De acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo Urbano el predio se ubica entre la zona Caribe Norte, que incluye al poblado de Tulum, y la Zona Maya.

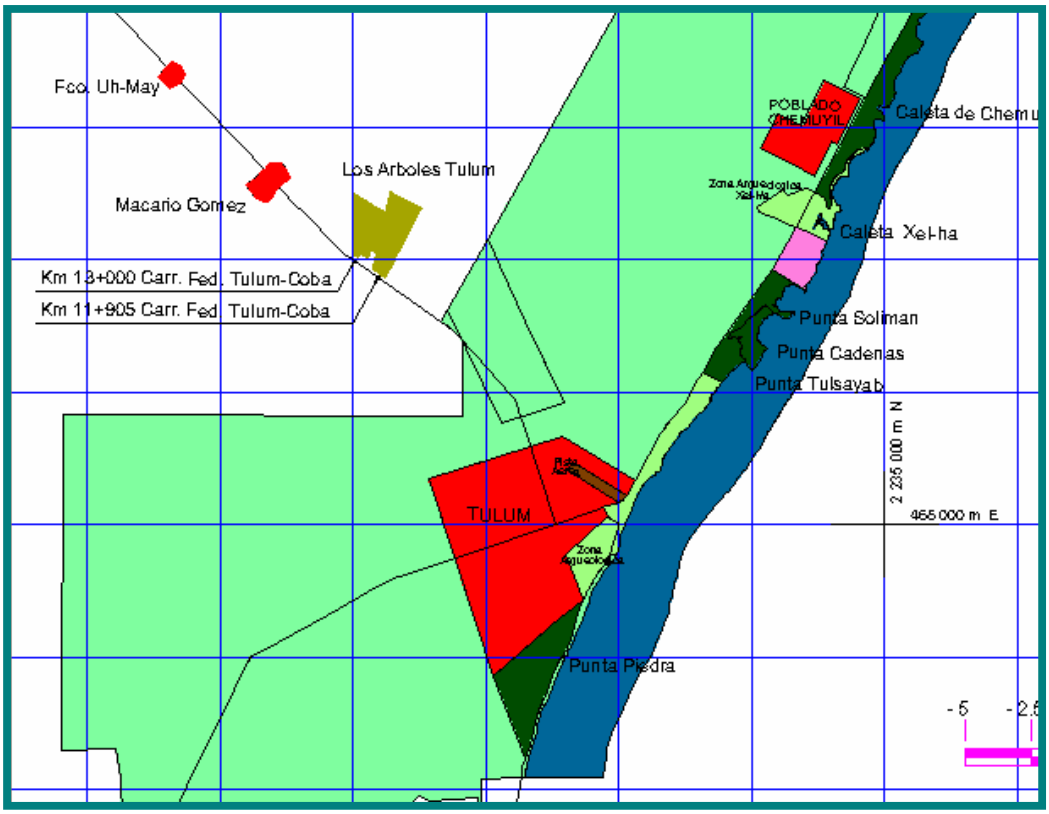


Figura 18. El predio se ubica en la carretera Tulum – Coba, no se encuentra en la poligonal del POET Cancún-Tulum, ni dentro del programa de Desarrollo Urbano de Tulum.

Por ello se requiere de establecer en categoría de obligatorio el apego al Plan Maestro y su Reglamento, una alternativa es que las zonas de conservación de los lotes habitacionales se declaren como bien común o copropiedad de todos los condóminos, lo cual garantizaría para el objetivo de conservación que ninguno de los propietarios de los lotes, en su derecho, más adelante haga uso de las áreas contempladas para conservación. (19,000 m^2 en los lotes residenciales y 9,000 m^2 en los lotes comerciales).

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

4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Fraccionamiento "Los Árboles Tulum" conservara en el 94.65% las características naturales del predio, solamente se ocupara el 5.35% y se desmonta el 2.11% de la vegetación, no existirán bardas perimetrales entre los lotes por los que no se modificaran los corredores biológicos naturales, el proyecto tendrá una densidad muy baja, se utilizarán mecanismos alternativos autosustentables de producción y aprovisionamiento de energía eléctrica, mediante sistemas solares y/o eólicos, contará con sistema de captación de agua pluvial y manejo de residuos líquidos y sólidos por lo que se considera que el área de influencia se limita al predio.

El área del proyecto en un polígono irregular con una extensión de 481-690-00 hectáreas. Se encuentra delimitado por brechas en todo el perímetro y con mojoneras en los vértices. Al norte con el predio "La Escalera", al Oeste con el ejido de Macario Gómez, al sur con predios particulares de menor extensión y con la carretera federal Tulum – Coba, al este con el predio conocido como "Rancho Viejo", al oeste con el ejido Macario Gómez.

De acuerdo a sus dimensiones se considera que un proyecto a nivel regional tiene una influencia a varios kilómetros a la redonda, por lo que en la siguiente descripción se parte de lo regional a lo particular. En la parte social se delimita al Municipio de Solidaridad.

4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.

4.2.1 Aspectos abióticos.

4.2.1.1 Clima

El clima de la región según la clasificación de Köppen modificado por E. García (1973) corresponde al tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano *Aw2 (x´) (i) w*. La *A* indica que este clima pertenece a los calidos con temperatura media mayor a los 22 ºC y la del mes más frió a los 18 ºC, en promedio 26ºC, la *w2* lo define como clima subhumedo, con lluvias en verano, la precipitación del mes más seco es menor a los 60 mm y el porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 anual, Tulum al presentar lluvia intermedias entre verano e invierno se le asigna la (*x*), la expresión (i), lo clasifica como un clima con poca oscilación térmica entre 5 y 7ºC, el 2 lo describe como el más húmedo, con un cociente de precipitación/temperatura mayor a 55.3 (E. García, 1973; M. Merino, 1983, Carta F-16 INEGI,2000).

Temperatura.- La temperatura media anual es de 24.2° C., los meses más calientes son julio y agosto y el más frío es enero. En general para el municipio de Solidaridad, la oscilación térmica anual es de 4.8º C, y la temperatura media mensual es siempre superior a los 22º C; las temperaturas máximas y mínimas puntuales han sido 44º C y 14.5º C respectivamente. (Negrete,1988, citado en el PDU Tulum, 2004).

Precipitación.- La precipitación media anual registrada en la estación de Cobá es de 1180.4, y en general, en el municipio se distingue una época de sequía de diciembre a abril. El 75 % de las precipitaciones se presentan en los meses de mayo a octubre. El mes más lluvioso es septiembre con 208.1 mm en promedio y el más seco en marzo con 29.4 mm. La precipitación anual media, según datos de

5 estaciones en 15 años, fue de 1,128 mm (López O. 1983, citado en el PDU Tulum, 2004). Las lluvias de invierno, un 25 % del total, son originadas por los "nortes", el INEGI, establece que Tulum se encuentra en la isoyeta 1400-1500 mm.

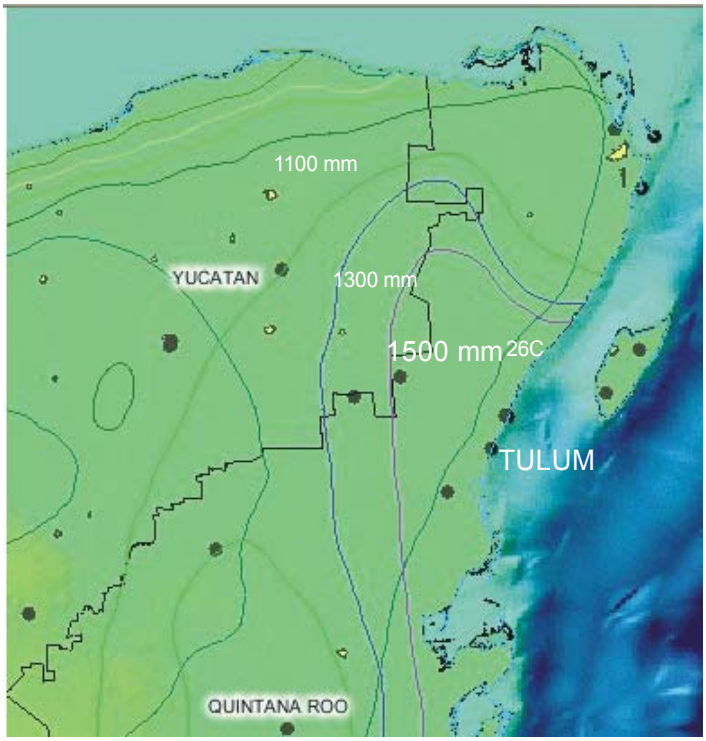


Figura 19. Mapa de temperatura y precipitación, basado en el mapa digital de México; Tulum se ubica en la isoterma 26ºC, y en la isoyeta 1500 mm. (www.galileo.inegi.gob.mx)

a) Vientos

Los vientos predominantes en el área del proyecto van en dirección noroeste durante los meses de noviembre a abril, cambiando de mayo a octubre hacia el este, la velocidad media anual es de 5 m/seg. con rachas de hasta 20 m/seg., alcanzando velocidades de hasta 100 Km. /h por breves periodos de tiempo durante las incursiones de masas de aire polar generalmente acompañados de

lluvias con intensidad variable conocidos como “nortes” que tienen lugar durante los meses de noviembre a enero.

Intemperismos.- La Península de Yucatán, que incluye la zona de Playa del Carmen y Tulum por su ubicación geográfica y, por lo tanto el predio seleccionado para el proyecto, se encuentra expuesta regularmente a fuertes eventos meteorológicos periódicos.

Los principales fenómenos son los “nortes”, las tormentas tropicales y los huracanes. Las épocas del año en la que se presentan se diferencian porque las características meteorológicas que promueven la formación de las tormentas tropicales y los huracanes se manifiestan a partir de junio y perduran hasta noviembre, siendo septiembre el mes de mayor incidencia y con los mayores efectos sobre el litoral. En tanto que la época de “nortes” es de menor duración abarcando de noviembre a enero y no causan daños severos.

Huracanes o Ciclones.- Los huracanes son fenómenos normales en el caribe, aunque desde el punto de vista económico y social provocan grandes daños, como un fenómeno natural las comunidades biológicas que se han desarrollado en la zona se han adaptado a ellos alo largo de 60,000 años de evolución, desde que emergió la Península de Yucatán, por lo que desde el punto de vista biológico no es un fenómeno dañino, tienen su efecto sobre las comunidades, el cual es apreciable en la distribución de la vegetación, (Vester, et.al.).

Se reconocen que son tres los elementos de mayor riesgo:

a) Marejada, se reportan dos áreas sensibles, el sur desde Othón P. Blanco, hasta Sian ka’an, toda la llenura lacustre y el norte abarcando los municipios de Isla Mujeres principalmente y en parte Benito Juárez y Lázaro Cárdenas.

b) Vientos, en las poblaciones naturales el efecto esta asociado al tipo de vegetación y los suelos, ya que entre la comunidad hay especies más susceptibles, con lo que respecta a la población humana la susceptibilidad depende de los materiales de construcción con que estén construidas sus viviendas, ya que serán más vulnerables las zonas con viviendas que no son de concreto.

c) Inundación, La zona de más alto riesgo esta conformada por lomeríos y quebrados geológicos, que si bien son de poca profundidad se pueden crear anegados de más de un metro de profundidad, la zona de mayor sensibilidad es la suroeste en la cual la formación de valles y vados es más frecuente. La segunda zona corresponde al centro del Estado de Quintana Roo, en la cual a gran cantidad de depresiones carsticas, vados y lomeríos, donde la población es mayor y dispersa, y en casos de inundaciones queda aislada.

Nortes .- En la zona del proyecto, todos los años entre noviembre y enero, y en ocasiones hasta marzo, se presentan los fenómenos meteorológicos llamados “nortes”, que son masas de aire polar que atraviesan la Península de Yucatán, con velocidades promedio de hasta 20 Km./h, pudiendo superarla y alcanzar los 100 Km./h por breves períodos de tiempo. Estos fenómenos hacen que la temperatura descienda y generalmente son acompañados de lluvias de intensidad variable pero inferiores a las lluvias de verano.

d) Geología.

El marco geológico de Quintana Roo está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en los periodos Terciario y Cuaternario, en los últimos 66 millones de años (m.a.). Las rocas mas antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de

margas y yeso; datan del Paleoceno al Eoceno (66-52 m.a.); afloran en la porción sur del estado, y tienen espesor hasta de varios cientos de metros. Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad, se encuentran calizas fosiliferas del Eoceno Medio (52-43 m.a.), cuyo espesor promedio es de 185 m. Una secuencia de rocas que datan del intervalo Mioceno Superior-Plioceno (11-2 m.a.) están expuestas en la región de Bacalar-Chetumal; margas, yesos y cretas, con espesor total menor que 100 m, constituyen la parte inferior de la secuencia, mientras que la parte superior esta constituida por coquinas y calizas que en conjunto tienen espesor de unos 20 m (SARH, 1990).

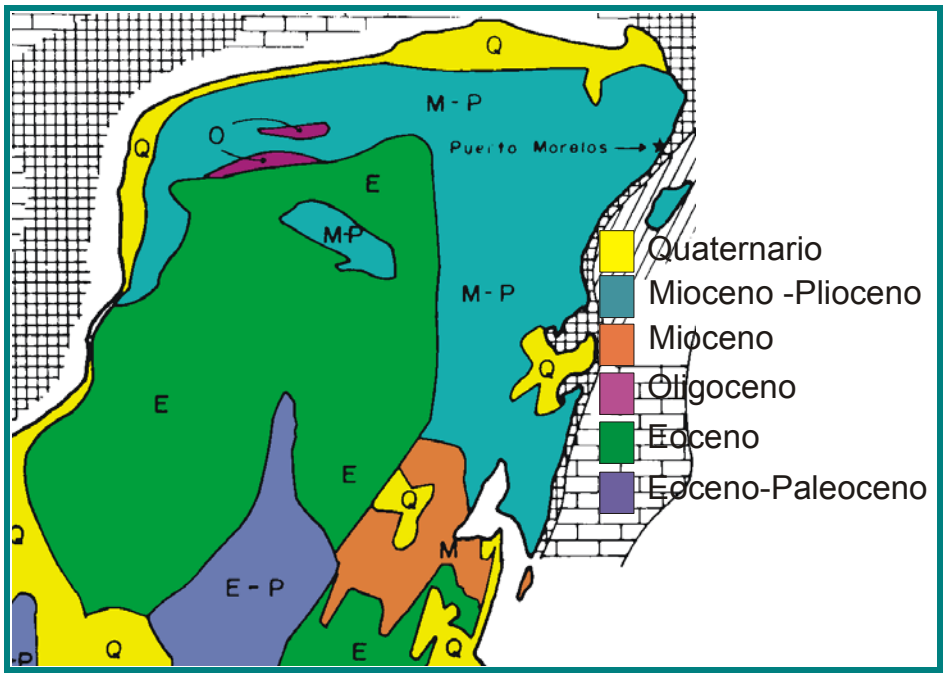


Figura 20. Geología superficial de Yucatán, (Basado en López Ramos, 1983). Se observa que Tulum se ubica en la plataforma que surgió en el mioceno plioceno.

Sedimentos arcillosos y depósitos evaporiticos rellenaron las depresiones entre el Terciario Superior y el Cuaternario, en los últimos 23 m.a., variando su espesor entre 10 y 140 m. Las rocas más jóvenes, depositadas entre el Pleistoceno y el Reciente (menos de 1.5 m.a.), afloran en áreas dispersas: coquinas, calizas y

depósitos de litoral areno-arcilloso en la faja costera; material residual arcilloso y calichoso, producto de alteración, de espesor reducido, en las áreas interiores, (SARH, 1990).

Las rocas presentan una disposición prácticamente horizontal en casi toda la entidad, excepto en las inmediaciones del rió Hondo, donde se encuentran plegadas y en la porción meridional de aquella, donde la continuidad de los estratos es interrumpida por fallas normales que dan al terreno una configuración escalonada. Las fallas tienen longitud de varios kilómetros y se manifiestan en escarpes con desnivel de 10 a 100 m; algunas de ellas han originado fosas, gradualmente convertidas en pantanos, lagos y lagunas, siendo la mayor de ellas la laguna de Bacalar. (SARH, 1990)

e) Fisiografía

El Estado de Quintana Roo está comprendido en la provincia fisiográfica de Yucatán, la cuál a su vez se divide en tres subprovincias:

1. Llanuras con dolinas,
2. Plataforma de Yucatán
3. Costa Baja

Tulum se ubica en el extremo norte de la subprovincia *costa baja*, en la geoforma *playa* o *barra*, (SARH, 1990).

f) Relieve

El Municipio de Solidaridad está constituido por dos de las tres unidades geomorfológicas que se presentan en la península: el noreste del Municipio corresponde a la unidad de la Costa Coralífera, planicie con elevaciones máximas

de 10 metros que van disminuyendo hacia la costa; y la unidad geomorfológica de las Planicies del Caribe en donde predominan las estructuras llamadas bajos, que consisten en porciones deprimidas del terreno, en las que se acumula agua de temporal o permanente. Sus suelos son poco evolucionados, no útiles para la agricultura y sin recursos minerales.

La presencia de las calizas duras y compactas típicas de la región, permite que el suelo tenga buena estabilidad como soporte, aunque debido a la erosión y física, y disolución química, se van formando oquedades o cavernas en el subsuelo, aflorando eventualmente a la superficie lo que se conoce como cenotes y cuando esta erosión se da en la superficie forma dolinas.

La zona de Tulum es plana, presenta pendientes entre 0 – 10 %, no existen elevaciones de importancia, las depresiones fluctúan entre los 10 -30 m bajo el nivel del mar que forman cenotes, si afloran o grutas cuando existe la cavidad pero conservando sin contacto superficial.

Sismicidad.- La Península de Yucatán descansa sobre una laja de reciente formación en donde las placas tectónicas no tienen un reacomodo, por lo que existen muy pocas probabilidades de que ocurran movimientos sísmicos en la zona.

Deslizamiento.- El sustrato base del terreno para el proyecto, está constituido por formaciones rocosas de consistencia firme y rígida, estas características aunadas a la topografía prácticamente plana permiten descartar que puedan ocurrir deslizamientos.

Otros movimientos de tierra o de roca.- Aparte de los movimientos mencionados, existe la posibilidad de hundimientos, debido a la naturaleza cárstica de la zona.

4.2.1.2 Suelos

La Península de Yucatán, es de reciente formación, por esta razón los suelos que la conforman no han alcanzado su madurez edáfica y carecen de horizonte “B”, son permeables, pueden ser de escasa profundidad y elevada pedregosidad, ricos en materia orgánica, poco evolucionados y descansan sobre una laja calcárea. El horizonte “A” se caracteriza por estar compuesto de una capa vegetal y tierra, donde de acuerdo con la cantidad de materia orgánica, presenta una coloración característica que va del gris al negro. Este horizonte es sumamente delgado y presenta buena cantidad de materia orgánica humificada, (INEGI, 2002).

Los terrenos calcáreos que forman el suelo del Municipio Solidaridad pertenecen a los periodos Terciario y Cuaternario de la Era Cenozoica. Existen rocas tanto del Terciario inferior como del Terciario Superior. Las rocas del Cuaternario, las más jóvenes se localizan en la costa, mientras que las rocas más antiguas, que son las del Terciario Inferior, se encuentran en el extremo oeste del Municipio de Solidaridad.

Varios tipos de suelo se han desarrollado sobre estas rocas, formando un complejo mosaico. De acuerdo con la clasificación de los suelos, en términos mayas, los suelos dominantes en Quintana Roo, son los siguientes:

Tzekel Kankab	Rocoso, profundo y de color rojo. Tiene mediana fertilidad.
Predominancia de Kankab en akalché	Suelos profundos de color rojo claro con humedad. Su fertilidad es aceptable.
Predominancia de Tzekel Kakab en akalché	Suelos humiferos, negros y húmedos. Son de alta fertilidad.
Tzekel	Suelos calcáreos pedregosos con láminas. Su fertilidad es baja.

La mayor parte del Municipio de Solidaridad cuenta con suelos tzekel, poco aptos para la agricultura por ser delgados y pedregosos, que corresponden a rendzinas y litosoles.

Los litosoles son suelos no evolucionados cuyas características son muy similares a la roca madre, careciendo de materia orgánica, alta pedregosidad y profundidad somera no mayor de los 10 cm.

Las rendzinas son suelos poco evolucionados muy ligados a la riqueza en calcio de la roca madre, con finas partículas calcáreas y materia orgánica en su capa superficial. Al igual que los litosoles, son suelos con escasa profundidad y tienen una gran cantidad de guijarros.

El suelo del predio los árboles tulum es del tipo de rendzinas, tzekel, con frecuentes afloramientos de la roca madre

Grado de erosión del suelo

En general dentro de la Península de Yucatán, la baja consolidación y reciente formación de los suelos en el área los hacen muy susceptibles a la erosión, principalmente de tipo pluvial, ya que durante la temporada de lluvias la capa superior es arrastrada o percolada a niveles inferiores, dejando al descubierto la laja.

Estabilidad edafológica

Los suelos en la Península de Yucatán están considerados como suelos no desarrollados, presentando una inestabilidad en su perfil.

4.2.1.3 Hidrología superficial y subterránea

De acuerdo a las cartas hidrológicas del INEGI, el área de interés se encuentra entre la región hidrológica 32 y 33 denominada Yucatán Norte - Este, en donde no existen subdivisiones de Cuencas y Subcuencas al no existir escurrimientos por la superficie.

En la zona no existen corrientes superficiales, ya que como consecuencias de las características físico-químicas de la plataforma yucateca, el agua de lluvia se infiltra inmediatamente en el subsuelo presentándose signos de erosión química y física por lo que las aguas son de gran dureza y poca salinidad.

Dos de los sistemas subterráneos más largos a nivel mundial se ubican en Quintana Roo, Nohoch Nah Chich en el centro del estado de aproximadamente 68 Km. y dos ojos (Ejido Jacinto Pat) de 61 Km., el predio se ubica entre el sistema de cavernas Nohoch Nah Chich, y el llamado cenote carwash, del lado este de la carretera Tulum - Coba aproximadamente a 2 kilómetros al sur del predio.

Las características de las cavernas en esta zona se describen[1] como profundos de 10 a 30 m, la profundidad del flujo llega a ser a los 20 metros bajo el lente de agua, la variedad de haloclina varia con la distancia de la costa.

La máxima profundidad reportada para el Nohoch Nah Chich es de 73 m, en el cenote Carwash 27 m.

[1] Beddows, P.A. 1999, Conduit hydrogeology of a Tropical Coastal Carbonate Aquifer: Caribbean COSAT of the Yucatan Peninsula. A thesis for the degree Master of

Durante este estudio se observaron numerosos pozos naturales (con menos de 1 m de diámetro), Por donde generalmente el agua de lluvia escurre a través del suelo y del saskab hasta alcanzar las corrientes subterráneas.

Balance hidrometeorológico.

(SARH, 1990).

Quintana Roo recibe un volumen medio anual de lluvia del orden de 60,000 Mm^3, que en su mayor parte se precipita durante los meses de mayo a octubre. Adicionalmente ingresa a la entidad por su borde sur el escurrimiento superficial que el río Hondo colecta en territorio de Guatemala y Belice; considerando el área de la cuenca que corresponde a esos países, se estima que esta aportación es del orden de 500 Mm^3/año.

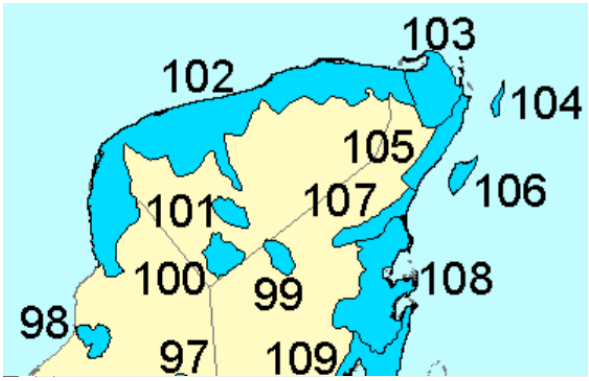
Debido a la gran capacidad de infiltración y a la poca pendiente topográfica del terreno, alrededor de 80% de la precipitación pluvial se infiltra; el 20% restante se distribuye entre la intercepción de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua: áreas de inundación, lagunas y cenotes.

El agua que recibe la entidad es descargada, principalmente, por evaporación de agua superficial y subterránea en dichos cuerpos de agua y por la transpiración de la vegetación, que extrae del subsuelo la mayor parte del volumen infiltrado. Otras salidas menores, son: el volumen de escurrimiento que el río Hondo desaloja a la Bahía de Chetumal, cuya magnitud es de 1,500 Mm^3/año, y el caudal subterráneo que escapa del acuífero al mar, estimado en 4,500 Mm^3/año.

De acuerda con lo anterior, el balance hidrometeorológico del Estado de Quintana Roo es que la evapotranspiración anual es de unas 52,800 Mm^3, equivalente al 88% del volumen llovido; la fracción complementaria de este porcentaje sale al

mar superficial y subterráneamente, y una fracción insignificante es extraída par las captaciones.

De acuerdo a las Regiones hidrológicas prioritarias clasificadas por la CONABIO (1998), el predio se ubica en la Región Hidrológica Prioritaria 107.- Cenotes Tulum-Coba, cuya ficha técnica menciona:



Problemática:

- Modificación del entorno: turismo excesivo y deforestación.
- Contaminación: aguas residuales.
- Uso de recursos: introducción del pez tilapia (*Oreochromis mossambicus*).

Conservación:

Debe frenarse la deforestación, restringir la introducción de especies exóticas y controlar el manejo de aguas residuales.

Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Por lo que el proyecto contempla estas recomendaciones de conservación, y pondrá énfasis en el tipo de sistema de tratamiento del agua residual en cada vivienda.

4.2.2 Aspectos bióticos.

4.2.2.1 Vegetación.

Objetivo General

- Identificar las diferentes especies que se encuentren en el predio a fin de tener un panorama amplio de la estructura de la vegetación que permita llevar acabo acciones de conservación y mitigacion de los impactos que se puedan causar durante el desarrollo del proyecto.

Objetivos Específicos

- Identificar los diferentes tipos de vegetación presentes en el predio
- Obtener el valor de importancia relativa (VIR) para cada una de las especies
- Obtener la densidad absoluta estimada para las principales especies en el predio
- Identificar las especies en algún estatus de protección presentes en el predio

Metodología

Con la finalidad de reconocer el área y seleccionar el tipo y esfuerzo de muestreo, se realizo un recorrido prospectivo a lo largo y ancho del predio, observando que no existían cambios fisonómicos evidentes en la vegetación, por lo que se determinó realizar los muestreos por medio de cuadrantes. El trabajo de campo se basó en la realización de 40 cuadrantes de 100 m2 (10 x 10 m), lo que suma un área total de 4,000 m2, los cuadrantes se distribuyeron al azar por toda la

superficie del predio. Se registraron todas las especies que aparecieron dentro de los cuadrantes, además se le tomaron las medidas de DAP y altura a cada una de ellas. Aunque algunos autores (González y Olmsted, 2002), sugieren entre 500 m2 y 1000 m2 para caracterizar a las Selvas de la Península de Yucatán, se realizo un esfuerzo de muestreo mayor debido a la extensa superficie del predio y evitando de esta manera cualquier sesgo que se pudiese presentar por un muestreo pobre o insuficiente

Figura 21.- Realización de cuadrantes.

Se realizaron recorridos visuales con el fin de detectar especies de baja densidad dentro del predio, es decir que no se registraron dentro de los cuadrantes pero que si se encuentran dentro del área de estudio. Igualmente en los recorridos visuales se describió la vegetación de una manera cualitativa.

Análisis de vegetación

Con los datos obtenidos se realizo el análisis de la vegetación basado en la metodología de Curtis. Las formulas utilizadas para la realización del análisis son las siguientes:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de la Especie X}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \text{ X } 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la Especie X}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \text{ X } 100$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de la Especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} \text{ X } 100$$

VIR= Dominancia relativa + Frecuencia relativa + Densidad relativa

Diversidad

Para calcular el índice de diversidad de las especies presentes en el área de estudio se utilizo el índice de diversidad de Simpson usando la siguiente formula:

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \Sigma pi2$$

Donde p = a la proporción de individuos encontrados en la i esima especie estimado por n/N, n = numero de individuos de las i esima especie, N = numero total de individuos (Krebs, 1998).

Equidad

Para tener una mejor apreciación de la uniformidad existente en las comunidades, se calculo el componente de equidad de Smith y Wilson's asociado al valor de H' correspondiente, esto por medio del siguiente algoritmo:

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

Donde: Evar = índice de equidad de Smith y Wilson's; ni = numero de individuos de la especie i en la muestra (i= 1,2, 3, . . . s) ; nj = numero de individuos de la especie j en la muestra (j = 1, 2, 3, . . . j) ; s = numero total de individuos en la muestra (Smith y Wilson, 1996).

Densidad absoluta de especies

Para encontrar la densidad absoluta de las especies en el área de estudio únicamente se consideraron a los organismos que se observaron dentro de los cuadrantes realizados. La formula utilizada fue la siguiente:

$$\text{Ind/ha} = \frac{\text{\# Indv encontrados X 10, 000}}{\text{m}^2 \text{ muestreados}}$$

Resultados

Composición florística

La vegetación encontrada dentro del predio es del tipo de selva mediana subperennifolia la cual se encuentra en un buen estado de conservación y tiene una altura promedio de 9 metros.

Figura 22. Selva mediana encontrada dentro del área de estudio.

Dentro del predio se registraron un total de 86 especies pertenecientes a 34 familias. La familia mas representativa fue la Leguminosae con un total de 13 especies (15%) seguida de la Moraceae con 6 (7%) y la Polygonaceae y Rubioaceae con 5 (6%) cada una.

Tabla 11. Listado de las especies registradas en el área de estudio

Familia	Especie	Nombre común
Anacardiaceae	Astronium graveolens	Kulimche
Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechem

Familia	Especie	Nombre común
Annonaceae	Annona sp	Corcho
Annonaceae	Malmea depressa	Elemuy
Araceae	Anthurium tetragonum	Bobtun
Araliaceae	Dendropanax arboreus	Sac chacaj
Bombacaceae	Ceiba pentandra	Yax che
Bromeliaceae	Aechemea bracteata	Xchu
Bromeliaceae	Bromelia pingui	Tsalbay
Bromeliaceae	Tillandsia sp	
Burseraceae	Bursera simaruba	Chacaj
Burseraceae	Protium copal	Copal
Euphorbiaceae	Croton glabellus	Perezcuts
Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yayte
Flacurtiaceae	Casearia nitida	Ximche
Hippocrataceae	Hippocratea floribunda	
Lauraceae	Nectandra coriaceae	Laurelillo
Leguminosae	Acacia dolichostachya	
Leguminosae	Bauhinia divaricata	Pata de vaca
Leguminosae	Bauhinia sp	
Leguminosae	Caesalpinia gaumeri	Kitimche
Leguminosae	Lonchocarpus rugosus	Kanasin
Leguminosae	Lonchocarpus sp	
Leguminosae	Lysiloma latisiliquum	Tsalam
Leguminosae	Piscidia piscipula	Jabin
Leguminosae	Pithecellobium dulce	Dziuche
Leguminosae	Pithecellobium sp	
Leguminosae	Swartzia cubensis	Katalox
Malpighiaceae	Bunchosia glandulosa	Sipche
Malpighiaceae	Malpighia glabra	Wayakte

Familia	Especie	Nombre común
Malvaceae	Hampea trilobata	Hool
Malvaceae	Hibiscus tubiflorus	Tulipán
Meliaceae	Trichilia sp	
Moraceae	Brosimum alicastrum	Ramón
Moraceae	Ficus tecolotensis	Copó
Moraceae	Ficus cotinifolia	Laurel
Myrsinaceae	Ardisia scalloniodes	Chamalche
Myrtaceae	Eugenia capuli	Jirimich
Myrtaceae	Psidium sartorianum	Pichiche
Orchidaceae	Oncidium ancendens	
Orchidaceae	Oncidium cebolleta	
Orchidaceae	Vainilla insignis	Vainilla
Orchidaceae	Notylia orbicularis	
Palmae	Chamaedorea seifrizii	Xyat
Palmae	Sabal yapa	Huano
Palmae	Thrinax radiata	Chit
Piperaceae	Piper amalago	Guaco
Polygonaceae	Coccoloba acapulcensis	Tojyub
Polygonaceae	Coccoloba spicata	Bob
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	Tsitsilche
Rubiaceae	Chioccoca alba	
Rubiaceae	Guettarda combsii	Tastab
Rubiaceae	Guettarda elliptica	Boxtastab
Rubiaceae	Simira salvadorensis	Chacte
Rutaceae	Casimiroa tetramera	Yuy
Sapindaceae	Thouinia paucidentata	Kanchunup
Sapindaceae	Exothea diphylla	Wayumcox
Sapotaceae	Bumelia sp	

Familia	Especie	Nombre común
Sapotaceae	Manilkara sapota	Zapote
Sapotaceae	Sideroxylon sp	Caracolillo
Simarubaceae	Alvaradoa amorphoides	Belsinik
Simarubaceae	Simaruba glauca	Pasak
Sterculiaceae	Helicteres baruensis	Sutup
Tiliaceae	Luehea speciosa	Chakast
Verbenaceae	Vitex gaumeri	Yaaxnic
Zamiaceae	Zamia loddigessii	Chacal jua

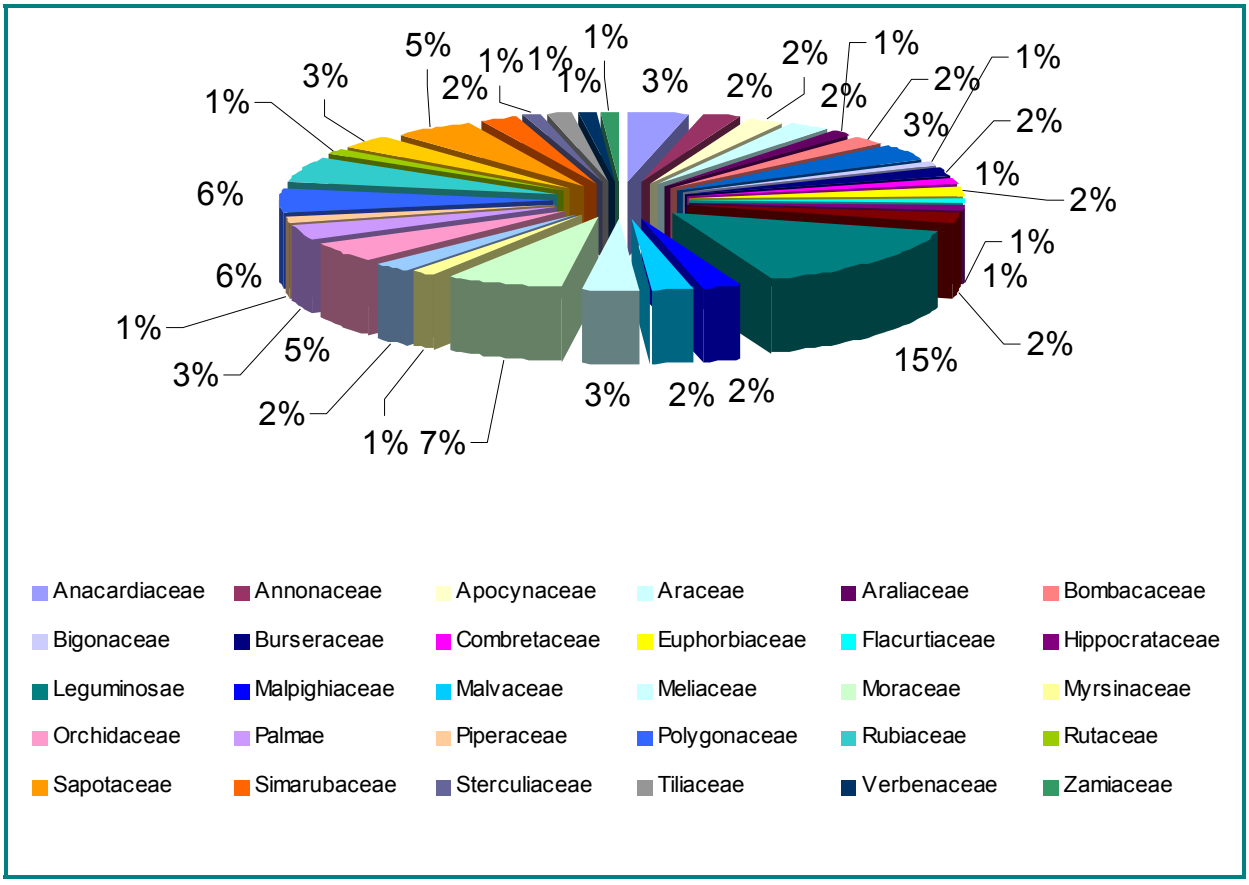


Figura 23.-Porcentaje de especies por familia.

Especies con baja densidad

Durante los recorridos visuales fueron registradas 17 especies de baja densidad, es decir que no fueron reportadas dentro de los cuadrantes pero que si se encuentran dentro del área de estudio.

Tabla 12. Especies de baja densidad reportadas en el predio

Familia	Especie	Nombre común
Araceae	Anthurium schlechtendalii	Muchacha
Araceae	Anthurium tetragonum	Bobtun
Bromeliaceae	Aechemea bracteata	Xchu
Bromeliaceae	Bromelia pingui	Tsalbay
Bromeliaceae	Tillandsia sp	
Euphorbiaceae	Croton glabellus	Perezcuts
Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yayte
Leguminosae	Acacia cornigera	subin
Malvaceae	Hibiscus tubiflorus	Tulipán
Moraceae	Cecropia obtusifolia	Guarumbo
Orchidaceae	Oncidium ancendens	
Orchidaceae	Oncidium cebolleta	
Orchidaceae	Vainilla insignis	Vainilla
Orchidaceae	Notylia orbicularis	
Palmae	Chamaedorea seifrizii	Xyat
Zamiaceae Bombacaceae	Zamia loddigessii Ceiba pentandra	Chacal jua Yax che

Figura 24.. *Chamaedorea seifrizii* especie de baja densidad en el área de estudio

Especies protegidas

De las 86 especies registradas, 4 se encuentran listadas en NOM-059 SEMARNAT-2001, el Kulinche (*Astronium graveolens*), el Chac wa (*Zamia loddigessi*) el Chit (*Thrinax radiata*) y la Vainilla (*Vainilla planifolia*). Las cuatro especies de orquídeas se encuentran bajo estatus de protección en el listado del CITES, *Oncidium ancendens, Oncidium cebolleta, Vainilla planifolia, Notylia orbicularis*.

Tabla 13. Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001 y el CITES encontradas dentro del predio

Familia	Especie	Nombre común	Institución	Categoría

Familia	Especie	Nombre común	Institución	Categoría
Anacardiaceae	Astronium graveolens	Kulinche	NOM-059	Amenazada
Zamiaceae	Zamia loddigessi	Chac wa	NOM-059	Amenazada
Palmae	Thrinax radiata	Chit	NOM-059	Amenazada
Orchidaceae	Oncidium ascendens	Puts che	CITES	
Orchidaceae	Oncidium cebolleta	Ajo che	CITES	
Orchidaceae	Vainilla planifolia	Vainilla	CITES y NOM-059.	Sujeta a protección especial.
Orchidaceae	Notylia orbicularis		CITES	

Figura 25.. Chac wa (*Zamia loddigessi*) Gymnosperma protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2001 encontrada en el predio.

Diversidad

La diversidad en la cobertura vegetal dentro del predio es de 0.95, con una equidad de 0.54, reflejando una diversidad alta, con un valor nada despreciable en la equidad, lo cual indica que la distribución de los individuos entre las especies no es afectado por el aporte de especies numéricamente dominantes, situación que fue corroborado por el valor de dominacia, ya que las especies mas abundantes (dominantes) *Talisia olivaeformis* y *Gymnopodium floribundum* acumularon únicamente el 16% de la abundancia total (Tabla 14).

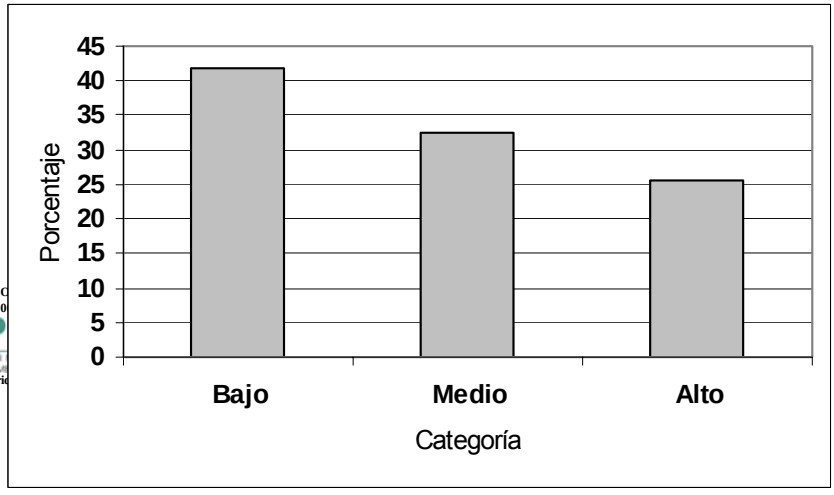
Tabla 14. Índice de Simpson, valor de diversidad y equidad encontrada en la vegetación arbórea del predio.

Variable	Valor
Dominancia	16
Diversidad	0.95
Equidad	0.54

4.2.2.2 Estructura de la vegetación

Altura

La vegetación del predio tiene 9 metros de altura en promedio, el mayor dato de altura reportada dentro de los cuadrantes fue de 16 metros.



Certificado en ISO
Certificado en ISO 90
Certificado por integri

Figura 26. Porcentaje ocupado por los organismos dentro de cada estrato arbóreo.

Valor de importancia relativa (VIR) para el estrato arbóreo.

La especie con un mayor valor de importancia relativa fue la *Acacia dolitoschaya* con 23.78 de VIR, seguida de *Talisia olivaeformis* con 20.30 y el *Gymnopodium floribundum* con 19.55 de VIR.

Tabla 15. Valor de importancia relativa para las especies del estrato arbóreo.

Especie	Nombre común	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Densidad relativa	VIR
Acacia dolichostachya		14.65	4.00	5.13	23.78
Talisia olivarformis	Huaya	5.99	5.33	8.97	20.30
Gymnopodium floribundum	Tsitsilche	6.04	6.00	7.51	19.55
Bucida buceras	Pukte	5.52	4.67	4.40	14.58
Pithecellobium sp		4.13	4.67	4.76	13.56
Bursera simaruba	Chacaj	5.36	3.33	4.76	13.46
Swartzia cubensis	Katalox	4.76	4.00	3.48	12.24
Pouteria campechiana	Kaniste	2.84	4.00	4.40	11.24
Brosimum alicastrum	Ramón	3.57	4.00	3.66	11.23
Bauhinia divaricata	Pata de vaca	2.11	4.67	4.21	10.99
Licaria peckii	Pimientillo	1.65	3.33	5.49	10.47
Platymiscium yucatanum	Granadilla	3.07	3.33	4.03	10.44
Manilkara sapota	Zapote	0.28	4.00	5.86	10.14

Especie	Nombre común	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Densidad relativa	VIR
Alseis yucatanensis	Papelillo	2.65	4.00	3.30	9.94
Metopium brownei	Chechem	4.12	3.33	2.20	9.65
Spondias mombin	Jobo	2.45	3.00	3.48	8.93
Piscidia piscipula	Jabin	2.93	3.00	2.56	8.50
Tabebuia rosea	Makulis	2.27	2.33	2.01	6.62
Castilla eslatica	Kiche	2.55	2.33	1.47	6.35
Caesalpinia gaumeri	Kitimche	1.97	2.67	1.65	6.28
Coccoloba spicata	Bob	1.19	2.67	2.20	6.06
lonchocarpus castilloi	Machiche	2.01	2.33	1.65	5.99
Pseudobombax ellipticum	Amapola	2.03	2.33	1.47	5.83
Lysiloma latisiliquum	Tsalam	1.69	2.00	1.28	4.97
Ficus tecolotensis	Copó	2.67	1.33	0.92	4.91
Cedrela mexicana	Cedro	1.05	2.00	1.47	4.51
Sabal yapa	Huano	1.28	1.67	1.10	4.05
Hampea trilobata	Hool	0.75	1.33	1.28	3.37
Coccoloba barbadensis	Boob che	0.33	1.67	1.10	3.10
Coccoloba diversifolia	Chich bob	0.81	1.00	0.73	2.54
Vitex gaumeri	Yaaxnic	0.77	1.00	0.73	2.50
Protium copal	Copal	0.29	1.00	0.55	1.84
plumeria rubra	flor de mayo	0.20	1.00	0.55	1.75
Swietenia macrophylla	Caoba	0.39	0.67	0.37	1.43
Dendropanax arboreus	Sac chacaj	0.32	0.67	0.37	1.36
Thevetia gaumeri	Akits	0.26	0.33	0.18	0.78

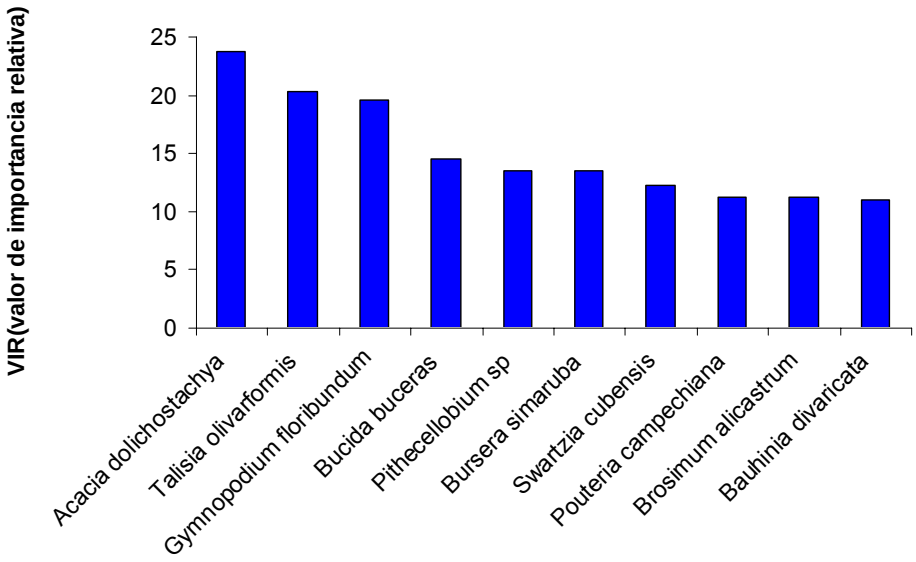


Figura 27..- Especies con mayor valor de importancia relativa.

Estrato arbustivo

Dominancia relativa

Las especies con los valores mas altos de Dominancia relativa fueron el Sak lob (*Eugenia capuli*) con 47.32 y el Pichiche (*Psidium sartorianum*) con 38.36.

Tabla 16. Especies con los valores más altos de dominancia relativa en el estrato arbustivo

Especie	Nombre común	Dominancia relativa
Eugenia capuli	Sak lob	47.32
Psidium sartorianum	Pichiche	38.36

Densidad relativa

La especie con el valor más alto de densidad relativa fue el Pichiche (Psidium *sartorianum*) con 40.00 a esta especie le siguió muy por debajo el *Pithecellobium sp* con 14.29 de densidad relativa.

Tabla 17. Especies con los valores más altos de Densidad relativa en el estrato arbustivo

Especie	Nombre común	Dominancia relativa
Psidium sartorianum	Pichiche	40.00
Pithecellobium sp		14.29

Frecuencia relativa

Las frecuencias relativas en los arbustos tuvieron valores entre 13.56 y 6.78

Tabla 18. Especies con los valores más altos de Frecuencia relativa en el estrato arbustivo

Especie	Nombre común	Dominancia relativa
Psidium sartorianum	Pichiche	13.56
Pithecellobium sp		11.86
Piper yucatanicum	Pejeche	10.17
Malmea depressa	Elemuy	8.47
Eugenia capuli	Sak lob	6.78

Valor de Importancia relativa (VIR)

La especie con el valor más alto de importancia relativa (VIR) es el Pichiche (Psidium sartorianum) con 91.92 de VIR, muy por debajo se encuentra el Sak lob con 56.95 de VIR.

Tabla 19. Valor de Importancia relativa del estrato arbustivo

Especie	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	VIR
Psidium sartorianum	38.36	40.00	13.56	91.92
Eugenia capuli	47.32	2.86	6.78	56.95
Pithecellobium sp	5.94	14.29	11.86	32.09

Densidad absoluta

Las especies que obtuvieron los valores más altos de densidad absoluta fue el Tsalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 149 individuos cada Hectárea, Chechen (*Metopium brownei*) con 51, y el matapalo (*Ficus tecolotensis*) con 42 individuos por hectárea (Tabla 20).

Tabla 20. Densidad absoluta por hectárea de las principales especies reportadas

Especie	Ind./Ha
Talisia olivarformis	122
Gymnopodium floribundum	102
Manilkara sapota	80
Licaria peckii	75
Acacia dolichostachya	70
Bursera simaruba	65
Pithecellobium sp	65
Bucida buceras	60
Pouteria campechiana	60

Especie	Ind./Ha
Bauhinia divaricata	58
Platymiscium yucatanum	55
Brosimum alicastrum	50
Spondias mombin	47
Swartzia cubensis	47
Alseis yucatanensis	45
Piscidia piscipula	35
Coccoloba spicata	30
Metopium brownei	30
Caesalpinia gaumeri	23
lonchocarpus castilloi	22

Figura 28..- *Manilkara sapota*, especie con un alta densidad dentro del área de estudio

Factores de alteración de la vegetación

La vegetación característica del predio Árboles Tulum corresponde a una selva mediana subperennifolia, que de acuerdo con Sánchez (2000) es el tipo de vegetación que se encuentra cubriendo la mayor parte del estado de Quintana Roo y puede presentarse en gran cantidad de variantes en cuanto a su composición florística y estructura según se modifiquen las características del suelo, principalmente la profundidad y el drenaje. Aunque el desplazamiento de la vegetación original en Quintana Roo es relativamente reducido (Sánchez, 2000), indudablemente, la causa principal de extinción de especies en tiempos recientes ha sido la perturbación y destrucción del hábitat natural como producto del creciente impacto de las actividades humanas sobre los ecosistema naturales (Duran y Franco, 1995), destacando el desarrollo turístico, habitacional e industrial (Morales-Rosas y Magaña-Rueda, 2001).

.

Para el caso particular del área de estudio (predio Árboles Tulum), salvo por un espacio ocupado para el propietario y el personal que vigila y mantiene el predio, hoy en día no existe alguna incidencia negativa que sea considerada una fuente de impacto que se responsabilice por una degradación ambiental aparente., no así las obras de desmonte y talas de la cobertura vegetal continua de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), cuya línea atraviesa el predio, evidenciando la transformación que sufrió la vegetación al ser implementada la línea, contrastando la vegetación secundaria dominada por especies pioneras y el estrato arbóreo de selva mediana bien desarrollada que la rodea.

La tumba de los árboles y el chapeo recurrente en la franja de vegetación que se encuentra bajo la línea de alta tensión y el desmonte que se realizó para abrir la mensura son las perturbaciones más evidentes, ya que provocaron cambios en la estructura y modificaron de manera parcial la composición de especies al facilitar el acceso a especies secundarias. La presencia de árboles derribados y con ramas quebradas pero con rebrotes desarrollados son evidencias del efecto de los

huracanes que en el pasado afectaron esta vegetación, donde cabe mencionar que no se observaron evidencias de incendios antiguos dentro del predio.

En la línea central del predio y cerca de los 2,000 metros con una superficie de aproximadamente 0.5 has se encuentra una zona en la que fue derribada la vegetación, es difícil reconocer los motivos de esta acción pues no se aprecian signos de extracción de madera. El derribo de la vegetación fue hecho sin maquinaria pesada pues tampoco se aprecian brechas o evidencia del paso de maquinaria pesada, situación generada por un equívoco del Gobierno del Estado en las obras de ampliación del aeropuerto de Tulum.

Figura 29..- vegetación secundaria encontrada debajo del paso del a línea de alta tensión.

Figura 30..- Camino antiguo que atraviesa el predio.

4.2.2.3 Diagnostico vegetación.

La altura máxima encontrada de la vegetación fue de 16 metros de altura, el DAP de los individuos de Tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), Chechem (*Metopium brownei*), Acacia dolitoschaya y Copó (*Ficus trigonata*), entre otros, sugieren que la vegetación del predio es Selva Mediana Subperennifolia con más de 40 años de conservación.

En el estrato arbóreo de la zona centro, los individuos con mayor diámetro basal fueron el Tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), el Chechem (*Metopium brownei*) y el Copó (*Ficus trigonata*), estas especies fueron las que alcanzaron Diámetros de hasta 60 cm. de DAP.

Las especies con mayor densidad fueron la huaya (*Talisia olivaeformis*) y tsitsilche (*Gymnopodium floribundum*) y el zapote (*Manilkara sapota*). Cabe resaltar la alta

densidad del tsitsilche ya que esta es considerada una especie de vegetación secundaria y que se encuentra principalmente en zonas perturbadas o a la orilla de caminos y brechas.

Sin embargo el área de estudio no muestra signos importantes de perturbación o alteración de la vegetación y podríamos decir que esta se encuentra en un estado óptimo de conservación.

En Diciembre del 2003 fue realizada la caracterización de la vegetación de la zona perimetral del predio, por medio de cuadrantes. Los resultados derivados de ese estudio sugieren que en la vegetación del predio las especies más importantes del estrato arbóreo son el Tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), el Copó (*Ficus trigonata*) el Kaniste (*Pouteria campechana*) y el Ramón (*Brosimun alicastrum*). En el estrato arbustivo se encuentra la (*Eugenia capuli*) El laurelillo (*Nectandra coriaceae*) y Sigya stevensonii.

A excepción del helecho (*Campylonereum phylitidis*) en los dos análisis de vegetación se encontraron las mismas especies en la NOM-059- SEMARNAT-2001, lo que sugiere que el Chac wa (*Zamia loddigesii*), el Kulimche (*Astronium graveolens*), el Chit (*Thrinax radiata*) y la Vainilla (*Vainilla planifolia*), especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001 se encuentran distribuidas en todo el predio.

4.2.2.4 Estimación del volumen de los productos resultantes del cambio de utilización de terrenos forestales.

El Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, se presenta con el objetivo de proveer de información técnica que permitan evaluar la factibilidad y pertinencia del cambio del uso de suelo de terreno forestal a la autoridad, para que motive la autorización excepcional del

cambio de utilización de terreno forestal en el predio **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum** cuyo destino es la construcción de un proyecto urbano con características ecológicas amigables con el ambiente.

Este Estudio incluye la información requerida en la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento y hace hincapié en los aspectos relevantes en el análisis forestal y la propuesta misma de instrumentación del proyecto, previendo en su caso, minimizar los impactos y los riesgos de impacto en el entorno del proyecto.

4.2.2.5 OBJETIVO GENERAL.

Presentar la justificación técnica que permitan evaluar la factibilidad y pertinencia del cambio del uso de suelo de terreno forestal a la autoridad para que motive la autorización excepcional del cambio de utilización de terreno forestal en el predio Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum, Fraccionamiento privado de conservación, es la construcción de un proyecto urbano con características ecológicas amigables con el ambiente.

4.2.2.6 OBJETIVOS PARTICULARES

I. Ubicar y cuantificar la superficie del predio, donde se llevará a cabo el cambio de utilización de terrenos forestales. EL PREDIO **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum**, esta conformado por tres fracciones con un solo dueño.

II. Describir los elementos físicos y biológicos del área donde se ubica el predio.

III. Estimar el volumen de los productos forestales resultantes del cambio de la utilización del terreno forestal.

IV. Señalar las medidas para conservar y proteger el hábitat existente de las especies de flora y fauna silvestre.

V. Evaluar los impactos ambientales, y señalar su justificación técnica, señalando las medidas de prevención y mitigación.

4.2.2.7 USOS QUE SE PRETENDE DAR AL TERRENO

Se propone un desarrollo innovador, en el cual se conjugue un área de preservación, que para su sustento se integre con un desarrollo residencial tipo campestre, catalogado por la Ley de Fraccionamientos del estado de Quintana Roo como Fraccionamiento Habitacional Rural o Suburbano, con una densidad muy baja, de 0.4 viviendas/ha, o si se consideran 2-5 habitantes por vivienda, la densidad máxima fluctúa de 0.7 a 2 habitantes por hectárea.

El objetivo es llegar a consolidar un desarrollo que sea sustentable, es decir un sitio que preserve los conectores biológicos naturales de la zona, logrando un aprovechamiento de los recursos y atributos de forma estratégica, permitiendo que se mantenga la dinámica de los componentes ambientales, pero que permita su uso para ello se propone la subdivisión de un predio que tiene una superficie total de 481-20-61.2 has, en 192 lotes de 2 has, 11 lotes comerciales de 1 ha y una franja de amortiguamiento alrededor de 35 metros de ancho.

4.2.2.8 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El proyecto **Los Árboles Tulum** se ubica a la altura del kilómetro 11+900 – 13+000 de la carretera Tulum-Coba, a la cual se accede desde el entronque con la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez.

Al no encontrarse dentro de la zona urbana o turística, no existen criterios de uso de suelo para el predio, por lo que el promovente, plantea un Plan Maestro en donde se especifica que sea un fraccionamiento residencial de conservación con una densidad muy baja, de 0.5 villas/ha, o bien, si se consideran de 2 a 5 habitantes por vivienda, la densidad máxima fluctúa de 1 a 2 habitantes por hectárea.
El Plan Maestro planteado para lograr el objetivo de baja densidad y conservación plantea que:

La empresa Los Árboles Tulum S.A. de C.V, pretende el desarrollo del **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum,** el cual contempla la lotificación de un predio de 481-20-61.2 Has, se fraccionará en:

- 192 lotes habitacionales 20,000 m^2 (2 has) para villas campestres y
- 11 lotes comerciales de 10,000 m^2 (1 ha),

Para el caso de la villas se podrá aprovechar un área máxima de 1,000 m^2, (5 %) y de la cual sólo podrá techarse el 15% de ésta (150 m^2/ nivel) dejando el resto (850 m^2) para usos complementarios exteriores como albercas, terrazas, andadores, etc. Para el caso de los lotes comerciales, el aprovechamiento permisible en estos será del 500 m^2, pero solo se podrá techar el 70% de esta sub-área, dejando el 30 restante de la misma para la ubicación de estacionamientos, jardinerías y terrazas de acceso. Su distribución se reseña en la siguiente tabla:

Tabla 21. Superficie de ocupación del proyecto Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum.

.

Concepto	Area en m^2	Area en Has	Porcentaje respecto al total del predio.
Obras existentes actualmente	214.75	0.02	0.0045%
11 lotes comerciales de 1 ha	110,000.00	11-00-00.00	2.29%
192 lotes residenciales de 2 has	3'840,000.00	384-00-00.00	79.8%
Superficie de modificación parcial (850 m^2 en cada lote residencial y 150 m^2 en cada lote comercial).	164,850.00	16-48-50.00	3.43%
Superficie de desmonte (150 m^2 en cada lote residencial y 350 m^2 en cada lote comercial).	32,650.00	3-26-50.00	0.68%
Caminos 11,955 m lineales por 5 m de ancho.	59,775.00	5-97-75.00	1.24%
Total superficie de uso parcial y desmonte.	**257,489.75,**	**25-74-89.75**	**5.35%**
Total área de conservación	**4,554,571.45**	**455-45-71.45**	**94.65**
Total del predio	**4,812,061.20**	**481-20-61.2**	**100.00%**

Los caminos necesarios abarcan una extensión de 11,195.00 metros lineales, se han planeado de modo que ocupan el área mínima necesaria para dos carriles de 5 metros de ancho, a los lados del camino se respetará toda la vegetación, tratando de que la copa de los árboles cubra parte del camino en ambos lados.

La vegetación original y en general las condiciones naturales serán conservadas en un 94.65 % del total del predio, realizando un uso de baja densidad, por lo que aunque se solicita **el cambio de uso de suelo para la superficie total del predio 481-20-61.20 has**, únicamente se aprovechará de manera restringida el 5.35 % de esta superficie total.

El concepto de **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum** es contribuir a la protección ecológica del predio (481-20-61.2 has), cuya vegetación se cataloga como selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación.

4.2.2.9 SUPERFICIE DONDE SE PRETENDE LLEVAR ACABO EL CAMBIO DE UTILIZACIÓN DE TERRENOS FORESTALES.

El cambio de utilización de terrenos forestales se solicita para la superficie total del predio (481-20-61.2 has), para darle un uso de fraccionamiento de conservación residencial turístico, o campestre. Cabe señalar que la utilización directa del predio se limita a las áreas de modificación máxima en cada lote que es del 5% tanto para los lotes residenciales y comerciales y el área de los caminos, el resto de la superficie se designa para conservación.

Tabla 22. Superficie total requerida para el proyecto Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum.

Descripción de áreas	Area m^2	Porcentaje %
Total del predio	4,812,061.20	100.00%
192 lotes residenciales de 2 has	3,840,000.00	79.80%
11 lotes comerciales de 1 ha	110,000.00	2.29%
Area de los 203 lotes	**3,950,000.00**	**82.09%**

Franja de amortiguamiento	282,988.00	5.88%
Area de modificación residencial (850 m 2 Chapeo selectivo)	163,200.00	3.39%
Area de modificación comercial (150 m2 Chapeo selectivo)	1,650.00	0.03%
Total de modificación parcial	**164,850.00**	**3.43%**
Area de construcción residencial (150 m2)	28,800.00	0.60%
Area de construcción comercial (350 m2)	3,850.00	0.08%
Caminos	59,775.00	1.24%
Desplante de la casa	214.75	0.0045%
Total de construcción.	**92,639.75**	**1.93%**
Total de uso de suelo (modificación parcial + área de construcción)	257,489.75	5.35%
Area de preservación	4,554,571.45	94.65%
Area total del proyecto	4,812,061.20	100.00%

USO ACTUAL DEL SUELO EN EL PREDIO

El uso de suelo actual de las 481-20-61.20 has, que conforman el predio **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum** se reconoce como de agostadero de mala calidad, (Ver escritura Publica Numero Mil Cuatrocientos Setenta y Siete (1477) y acta de deslinde con fecha del 22 de julio de 1987, en anexos). Esta clasificación proviene de los años 70's, donde el gobierno pretendía hacer una zona ganadera, que por las condiciones de suelo, climáticas y ambientales en general no fue viable, por lo que este uso se ha descartado en los planes de desarrollo estatal y regional.

En el predio únicamente existen construcciones en una pequeña porción del predio que suman una superficie de 214.75 m2. (Plano PG-5), donde habitan de 2 trabajadores, que cuidan el predio, y ocasionalmente el propietario.

Actualmente no se realiza ninguna actividad por parte del propietario, aunque si se han registrado hechos ilícitos como la caza furtiva y la extracción de madera de forma clandestina.

4.2.2.10 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

***VOLUMEN APROVECHABLE*.-** VOLUMEN FORMADO POR EL ARBOLADO DE ESPECIES COMERCIALES, QUE HA ALCANZADO DIMENSIONES DE CORTA.

4.2.2.11 METODOLOGÍA.

MUESTREO.

La metodología utilizada para la estimación del volumen de madera derribado como resultado del cambio del uso de suelo para la ejecución del proyecto, fue un muestreo sistemático. En total se distribuyeron 120 sitios de 500 m^2, distribuidos en 8 líneas de muestreo. Las líneas tienen separación de 300 metros y los sitios de muestro tienen 100 metros de separación entre si.

Intensidad de muestreo.

En el área de estudio se desarrolla únicamente un tipo de vegetación que corresponde a selva mediana subperennifolia, por lo que de acuerdo a la

metodología estandarizada y utilizada para este tipo de estudio, donde se estima que para ser adecuada el área forestal a evaluar debe al menos cubrir un 0.1% de la superficie sujeta a muestreo, en este estudio con el fin de contar con la información técnica suficiente se muestreo un área equivalente al 1.25% del predio es decir 6 has de las 481.69 de área total del predio.

En cada punto de muestreo se construyó un sitio circular de 500 m^2. El sitio se dividió en dos parcelas de muestreo, en una de ellas, la ubicada en el lado izquierdo, se registraron los parámetros ecológicos y forestales de los individuos mayores de 10 cm de diámetro normal (DN) También llamado diámetro a la altura del pecho (DAP), en la otra parcela de muestro se registraron los parámetros ecológicos y forestales de los individuos mayores de 30 cm de DAP

De este modo se contempla que el esfuerzo de muestreo de todos los individuos con DAP mayor de 30 cm de DAP fueron 60,000 m^2 el 1.25% del área total del predio. Para todos los individuos menores de 30 cm de DAP y mayores o iguales a 10 cm de DAP, el área de muestreo fue de 30,000 el 0.625 % del pedio.

Procesamiento de datos.

El procesamiento de la información se realizó a través del programa *Selva* versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAPsureste, SAGARPA), este programa fue diseñado para procesar información dasométrica de inventarios forestales, el cual emplea formulas de regresión para los cálculos de los DN las cuales son las definidas por el Inventario Nacional Forestal para las especies y grupos de especies propias de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Los volúmenes promedios por hectárea, de área basal y volumen total son obtenidos a través del calculo del programa estadístico Excel versión 2000,

además de que estos resultados se presentan por medio de cuadros, los cuales se generaron a partir de un conjunto de opciones de variables relacionadas con el número de árboles, área basal, especies, volumen total entre otros.

Las especies para el estudio de volumen de aprovechamiento son divididas en 8 grupo tecnológicos:

Preciosas
Blandas aprovechables
Blandas potencialmente Aprovechables
Duras tropicales
Duras potencialmente Aprovechables
Restringidas
Otras especies.

Y en tres categorías diamétricas; que van en los siguientes rangos:

Categoría	DN (cm)	Descripción
Incorporación	10 - 20	Flujo de arbolado joven que no pasa el diámetro mínimo para ser aprovechado.
Reserva	21-34	Arbolado que aun no alcanza el diámetro mínimo, pero que en corto tiempo se espera lo alcance.
Aprovechable	>35	Arbolado que tiene el diámetro mínimo para ser aprovechado.

4.2.2.12 Resultados.

En total se midieron 2,561 árboles, que suman un área basal de 106.73 m^2, un volumen total de 539.02 m^3 y un volumen de fuste limpio de 345.82 m^3, el diámetro medio es de 17.86 cm, la altura media de 9.04 m y la altura fustal media de 6.50 m.

Las especies con el mayor volumen total y comercial son *Lysiloma latisiliquum* con 183 m^3 y 111 m^3 respectivamente, el resto de las especies presento valores menores a los 50 m^3 en ambos casos.

VOLUMEN POR HECTÁREA.

Tabla 23. Resultados dasométricos ponderados a una hectárea, del predio Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum

Especie	Nombre científico	Densidad	Volumen total	Volumen comercial
Unidad		Individuos/ha	m^3/ha	m^3/ha
AKITZ	Thevetia peruviana	1.3	0.089	0.054
ALAMO	Ficus sp	33.0	9.429	5.863
AMAPOLA	Psudobombax ellipticum	0.2	0.110	0.186
BAYO	(en blanco)	0.7	0.037	0.022
BOJON	Cordia gerascanthus	3.7	0.367	0.265
CAIMITILLO	Chrysophyllum mexicanum	1.3	0.092	0.065
CANCHUNUP	Thouinia paucidentata	31.7	2.745	1.871
CANLOL	Senna racemosa	3.3	0.235	0.170

Especie	Nombre científico	Densidad	Volumen total	Volumen comercial
Unidad		Individuos/ha	m^3/ha	m^3/ha
CARACOLILLO	Sideroxylon gaumeri	0.2	0.148	0.123
CEDRO	Cedrela odorata	1.0	0.093	0.067
CHACA	Bursera simaruba	46.3	4.880	3.356
CHACAHUANTE	(en blanco)	0.3	0.025	0.016
CHATECOT	Simira salvadorensis	71.7	7.890	5.628
CHECHEN NEGRO	Metopium brownei	54.8	11.020	7.227
CHICOZAPOTE	Manilkara sapota	11.7	1.911	1.161
CHINTOC	Krugiodendron ferreum	2.0	0.247	0.189
CHOBENCHE	Trichilia sp	3.2	0.459	0.313
COPAL BLANCO	Protium copal	2.7	0.208	0.135
DZIDZILCHE	Gymnopodium floribundum	24.0	1.354	0.800
ELEMUY	(en blanco)	11.7	0.737	0.498
GUAYA	Talisia olivaeformis	11.7	1.398	1.019
JABIN	Piscidia piscipula	56.8	8.651	6.133
JOBILLO	Astronium graveolens	6.8	1.087	0.777
JOBO	Spondias mombin	4.7	0.528	0.361
KA'ASKAT	Lueha speciosa	19.3	1.760	1.186
KANAZIN	Lonchocarpus rugosus	15.3	1.351	1.003
KANISTE	Pouteria campechiana	18.0	3.083	1.941
KATALOX	Swartzia cubensis	7.0	2.517	2.021
KITINCHE	Caesalpinia gaumeri	5.0	0.619	0.416
MAJAGUA	Hampea trilobata	1.0	0.048	0.029

Especie	Nombre científico	Densidad	Volumen total	Volumen comercial
Unidad		Individuos/ha	m^3/ha	m^3/ha
BLANCA				
MORA	Maclura tinctoria	5.2	0.594	0.394
NIKTECHOM	Plumeria obtusa	0.3	0.016	0.010
OJOCHE	(en blanco)	3.0	0.182	0.132
PA'ASAK	Simaruba glauca	16.2	2.723	1.888
PAPELILLO	Alseis yucatanensis	4.0	0.326	0.239
POCHOTE	Ceiba aesculfolia	0.3	0.045	0.033
RAMON COLORADO	Brosimum alicastrum	22.0	4.205	2.856
SAC-CHACA	Dendropanax arboreus	47.8	5.036	3.492
SHUUL NEGRO	Lonchocarpus xuul	10.0	1.075	0.741
SILIL	Diospyros anisandra	11.7	0.979	0.751
SINCHE	Casearia nitida	10.3	0.678	0.488
SUBIN	Acacia cornigera	0.3	0.024	0.018
TADZI	Neea psychotrioides	6.3	0.536	0.382
TAMAY	Zuelania guidonia	8.8	1.033	0.783
TRES MARIAS	Forchammeria trifoliata	0.3	0.040	0.027
TSUKTSUK	Diphysa carthagenensis	0.3	0.024	0.019
TZALAM	Lysiloma latisiliquum	96.7	35.712	22.111
TZULUTOC	Bauhinia divaricata	1.7	0.073	0.054
UVERO	Coccoloba sp	26.0	3.036	2.098
VERDE LUCERO YA'AXEK	Ceiba pentandra	0.2	0.068	0.051
YA'AXNIK	Vitex gaumeri	23.5	8.415	4.530

Especie	Nombre científico	Densidad	Volumen total	Volumen comercial
Unidad		Individuos/ha	m^3/ha	m^3/ha
YAITI	Gymnanthes lucida	26.0	1.705	1.157
ZAPOTILLO	Pouteria reticulata	6.3	0.466	0.300
Total general		**777.7**	**130.1**	**85.4**

4.2.2.13 Volumen por hectárea por grupo tecnológico.

Por grupo tecnológico el volumen aprovechable por hectárea existente en el predio, donde se observa que la especie con un mayor volumen por hectárea es el Tzalam *Lysiloma latisiliquum*, madera dura tropical con 15 m^3 por hectárea, en la región no existe una explotación formal de esta especie, se utiliza para consumo de autosuficiencia, en la construcción de viviendas.

La segunda especie en importancia por el volumen de aprovechamiento por hectárea es el Alamo *Ficus sp.* con 3 m^3/ha, la madera (Blanda aprovechable) de ficus no se utiliza en la región, donde se aprecia como ornamental por su sombra. Con el mismo volumen el Ya'axnic *Vitex gaumeri* especie catalogada como madera dura tropical, se utiliza de forma insipiente para la construcción de viviendas, su importancia ecológica recae como alimento, los frutos son alimento de aves, venado, y monos entre otros.

4.2.2.14 VOLUMEN A DERRIBAR POR EL PROYECTO

- ⇒ En los 192 lotes residenciales se derribara la vegetación total en 150 m^2, y en 850 m^2 el desmonte es parcial, respetando la vegetación más alta.
- ⇒ En los 11 lotes comerciales la vegetación se vera afectada en su totalidad en 350 m^2, y en 150 m^2 se desmontara parcialmente.
- ⇒ De caminos el derribo de vegetación es de 59,7775 m^2

Por lo que se contempla que el derribo total será en un área de 92,425.0 m^2, que representa el 1.9%, y el derribo parcial en un área 164,850.0 m^2, en la siguiente tabla se presenta el volumen estimado a derribar máximo en la superficie de ocupación total por el proyecto Los Arboles Tulum que suma 257,489.75 m^2 (25-74-89.75 has).

En forma de resumen en la tabla siguiente presentamos por especie el volumen de árboles que se pondera existe en el predio, el volumen máximo a derribar por el proyecto y el volumen que queda en pie.

Tabla 24. Volumen estimado total en el predio, volumen a derribar con el desarrollo del proyecto y volumen que se conserva en pie con el proyecto terminado.

Especie	Volumen en el predio	Volumen máximo a derribar	Volumen en pie con proyecto
	m^3	m^3	m^3
AKITZ	25.87	1.38	24.48
ALAMO	2821.48	150.98	2670.50
AMAPOLA	89.45	4.79	84.66
BAYO	10.56	0.57	10.00
BOJON	127.29	6.81	120.48
CAIMITILLO	31.16	1.67	29.49
CANCHUNUP	900.37	48.18	852.19
CANLOL	81.91	4.38	77.53
CARACOLILLO	59.02	3.16	55.86
CEDRO	32.04	1.71	30.33
CHACA	1614.75	86.41	1528.34
CHACAHUANTE	7.76	0.42	7.35

Especie	Volumen en el predio	Volumen máximo a derribar	Volumen en pie con proyecto
CHATECOT	2708.09	144.91	2563.17
CHECHEN NEGRO	3477.82	186.10	3291.72
CHICOZAPOTE	558.82	29.90	528.92
CHINTOC	90.94	4.87	86.07
CHOBENCHE	150.85	8.07	142.78
COPAL BLANCO	64.96	3.48	61.49
DZIDZILCHE	385.03	20.60	364.43
ELEMUY	239.57	12.82	226.75
GUAYA	490.42	26.24	464.18
JABIN	2951.16	157.92	2793.24
JOBILLO	373.68	20.00	353.68
JOBO	173.83	9.30	164.53
KA'ASKAT	570.92	30.55	540.37
KANAZIN	482.65	25.83	456.82
KANISTE	933.98	49.98	884.00
KATALOX	972.74	52.05	920.69
KITINCHE	200.34	10.72	189.62
MAJAGUA BLANCA	14.12	0.76	13.37
MORA	189.60	10.15	179.45
NIKTECHOM	4.78	0.26	4.53
OJOCHE	63.37	3.39	59.97
PA'ASAK	908.63	48.62	860.01
PAPELILLO	115.07	6.16	108.92
POCHOTE	15.97	0.85	15.11
RAMON COLORADO	1374.35	73.54	1300.81
SAC-CHACA	1680.37	89.92	1590.45

Especie	Volumen en el predio	Volumen máximo a derribar	Volumen en pie con proyecto
SHUUL NEGRO	356.60	19.08	337.51
SILIL	361.20	19.33	341.87
SINCHE	234.94	12.57	222.36
SUBIN	8.57	0.46	8.11
TADZI	183.81	9.84	173.97
TAMAY	377.02	20.17	356.84
TRES MARIAS	13.14	0.70	12.44
TSUKTSUK	9.09	0.49	8.61
TZALAM	10639.77	569.35	10070.42
TZULUTOC	25.75	1.38	24.37
UVERO	1009.76	54.03	955.73
VERDE LUCERO YA'AXEK	24.57	1.31	23.25
YA'AXNIK	2179.86	116.65	2063.21
YAITI	556.66	29.79	526.87
ZAPOTILLO	144.41	7.73	136.69
Total general	41,118.87	2,200.33	38,918.54

De cada especie queda en pie más del 94 % del volumen existente en el predio

4.2.2.15 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se observa en el apartado anterior el máximo volumen aprovechable por hectárea es de 15 m^3, donde el 50 % de las especies no alcanzan el tamaño de categoría aprovechable.

Al calcular el volumen que será derribado por el desmonte máximo considerando 25.75 has, de las 481-20.61.2 has, se derribarían un total de 2,200.33 m^3, de los cuales el 25% esta representado por el Tzalam del cual se generarían un máximo 569 m^3, en un periodo de 8 años, la especie que le sigue es el Chechen que representa el 2.2 % del volumen total a derribar (máximo), las especies que le siguen representan menos del 1%.

Considerando que el proyecto se va a desarrollar en 8 años, entonces se calcula que del volumen total a derribar (2,200.33 m^3), en promedio cada año se va ha derribar un volumen de 255.04 m^3 de estas maderas.

De este volumen de madera, la cantidad que sea aprovechable se usara dentro del desarrollo para formar estructuras ornamentales en la construcción de las viviendas, como palapas o asoleaderos.

4.2.2.16 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE UTILIZACIÓN DE TERRENOS FORESTALES.

El uso de suelo actual designado en las 481-20-61.2 has, que conforman el predio **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum** se reconoce como de agostadero (consultar actas de deslinde y escritura Publica Numero Mil Cuatrocientos Setenta y Siete (1477) en Anexo A). Por otro lado este sitio no se encuentra normado por ningún Programa de Ordenamiento Ecológico, Plan Director de Desarrollo Urbano o cualquier otro instrumento de planeación, por lo que el área es susceptible de ser utilizada como agostadero, explotación forestal, o de agricultura de tipo roza tumba y quema, los cuales por definición requieren la afectación intensiva del ambiente natural, impacto que se busca evitar con el desarrollo de este proyecto.

Si bien se solicita el cambio de uso de terrenos forestales del total de la superficie del predio 481-20.61.2-00 has, para fraccionar en 192 villas unifamiliares y 11 lotes comerciales donde se establece como obligatorio el apego al Plan Maestro y su reglamento, solo se afectarán de manera directa una superficie 25-74-89.75 has que representan el 5.35 % del predio y se mantendrá un área intacta de 455.295 has, el 94.65 % de la superficie total del predio destinada a conservación.

Para lograr lo anterior se ha formulado un ***Plan Maestro*** y el ***Reglamento de Diseño Construcción y Control Ambiental de Los Árboles Tulum,*** que se ponen a consideración de la autoridad como parte complementaria de este estudio técnico justificativo.

Los lotes con infraestructura básica serán comercializados a personas que les interese el concepto de preservación y de vivir inmersos en la selva, quienes construirán sus viviendas acatando lo descrito en el documento que se incluiría como parte del contrato de venta: **"*Reglamento de Diseño Construcción y Control Ambiental de Los Árboles Tulum*".**

Los atributos que se consideran relevantes a conservar y que serian los indicadores de la sustentabilidad del desarrollo del proyecto **Fraccionamiento Privado de Conservación Los Árboles Tulum** son:

- Naturalidad del paisaje.

- Estado de conservación de la flora, la cual se presenta en condiciones saludables.

- Presencia de fauna silvestre, que ocupa el sitio para refugio, alimentación y reproducción.

- Fácil acceso, pero sin estar inmersa en una zona con uso intensivo, por lo que se deja un área de amortiguamiento en los limites del predio.

Es importante resaltar que el proyecto conjuga el uso con la conservación, ya que al tener un uso como Fraccionamiento Suburbano, tipo Residencial Turístico, se asegura de una manera más contundente la conservación del 95% de las 481-20-61.2 has, es decir de 455-45-71.45 has, que actualmente reciben impactos por actividades que realizan personas ajenas al predio como la tala clandestina y la caza furtiva y previene la creación de asentamientos humanos irregulares, un fenómeno común en las zonas cercanas a los centros urbanos a lo largo de la Riviera Maya.

A través del presente estudio se han cubierto los objetivos planteados con el fin de justificar el cambio de uso de suelo forestal, se ha descrito el proyecto así como el ambiente físico y social donde estará inmerso, y se hizo un exhaustivo análisis de las posibilidades que tiene el predio de tener un uso forestal.

Por lo que en esta parte del estudio se cuenta con herramientas suficientes para emitir conclusiones, retomando lo antes descrito;

a) En primer lugar y como parte esencial del estudio se deduce que el predio no tiene potencial para dedicarlo a la actividad económica forestal bajo un esquema de manejo sostenido derivado principalmente por la poca o nula presencia de especies de valor comercial y considerando las condiciones de mercado que lo haría poco redituable; por otro lado, el suelo es tzequel, por lo que la capa de materia orgánica es de delgada a inexistente y la actividad agropecuaria estaría sensiblemente limitada por esta condición amén de que para dedicarlo a estas actividades ya sea agrícola o ganadera, sería necesario eliminar la vegetación existente lo cual impactaría sensiblemente en la zona.

b) Actualmente se ha comenzado la construcción del aeropuerto de Tulum, en la parte posterior del predio, por lo que se espera un crecimiento acelerado al ser una puerta de entrada a la Riviera Maya y a la Zona Maya. Por la experiencia que se ha tenido en el Estado, se sabe que este crecimiento rebasa lo planeado por los gobiernos, y conlleva un rápido deterioro del ambiente y del paisaje, por lo asentamientos humanos irregulares, tala y caza clandestina, tiraderos a cielo abierto, de residuos sólidos y líquidos, entre otros problemas.

c) El proyecto propone un desarrollo residencial que resulta innovador en la zona, que permite conservar el 95% del predio en las condiciones actuales y de manera indefinida, y al mismo tiempo aumenta la plusvalía del predio.

d) El desarrollo del proyecto asegura la permanencia de 451 has arboladas, en lo que es una zona en proceso de crecimiento, si bien no se encuentra en la zona urbana de Tulum, la distancia no es tan grande como para impedir que sea afectada por las actividades clandestinas mencionadas.

e) El área seguirá cumpliendo su función de captación de agua, banco de germoplasma de la variedad de especies de flora y fauna que coexisten en el sitio, seguirá funcionando como hábitat de las especies registradas, y con el crecimiento de actividades en los alrededores será un refugio de otras poblaciones.

f) El proyecto generará fuentes de trabajo tanto para su instrumentación inicial como en su vigencia de operación al requerir una gran diversidad de servicios directos e indirectos que beneficiarán a la población aledaña tanto de Tulúa como de la periferia.

4.2.2.17 Fauna.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO

Para su caracterización, la fauna fue dividida en tres grupos básicos: reptiles/anfibios, aves y mamíferos. El trabajo de campo tuvo una duración de 14 días, tiempo en que se colocaron estaciones olfativas; redes de niebla para aves y murciélagos, así como de recorridos a lo largo de todo el predio para la observación directa y búsqueda de rastros de individuos, principalmente mamíferos y reptiles.

Abundancia,

La abundancia fue estimada por medio del método de Transecto en Franja (excepto para murciélagos), variando el ancho de franja de acuerdo con el grupo de vertebrado a tratar.

Para la estimación de la abundancia de los mamíferos medianos se utilizo el método de Transecto en Franja, descrito en la sección 4. La longitud total recorrida, fue de 35.5 kilómetros con un ancho de franja de 10 metros. Para complementar la metodología de Transecto en Franja, se colocaron estaciones olfativas en diferentes puntos estratégicos del predio

Para la colecta e identificación de mamíferos voladores (murciélagos) se colocaron redes de niebla en diferentes sitios (figura 1).

Figura 31.. Método de muestreo para murciélagos en base a las redes de niebla.

Se colocaron redes de niebla durante nueve días. Cada día fue un sitio diferente, en el cual se colocaron dos redes de niebla, con medidas de 12 metros de largo por 2.5 metros de altura, separadas una de otra por una distancia de aproximadamente 200 metros. Las redes se colocaron entre las 18:00-18:30 horas, tiempo en que empiezan a tener actividad los murciélagos y se levantaron entre las 22:00-22:30 horas, tiempo en que dejaron de tener actividad los murciélagos en cada sitio de muestreo. Por cada sitio de muestreo se tuvo un total de 8 horas/red. Los cálculos de abundancia relativa para los murciélagos fueron estimados para cada sitio de muestreo.

Para las aves se uso el método de transecto en franja, además se usaron sitios de observación y redes de niebla aunque estas funcionaron únicamente como

complemento para esta metodología. En total se recorrieron 35.5 kilómetros con un ancho de franja de 30 metros. Se realizaron caminatas sobre transectos previamente localizados, estableciendo sitios estratégicos de observación en donde se desplegaron dos redes de niebla de 12 metros de largo por 2.5 metros de alto, esto para colectar, fotografiar e identificar algunas especies cuyas características etológicas y morfológicas impiden su reconocimiento en vuelo o son poco comunes.

Para la búsqueda de los reptiles se uso la metodología de transecto en franja en donde se recorrió el predio en su totalidad, realizando recorridos diurnos y nocturnos a lo largo del predio, llevando a cabo una búsqueda activa en orquídeas, troncos, oquedades, hojas y especies vegetales (Bromélias y Palmas).

Figura 32.. Método de rastreo de reptiles en oquedades arbóreas.

Todos los transectos efectuados en un mismo sitio fueron considerados de forma aditiva, ya que ninguno de ellos fue repetitivo, ni se presentó traslape al momento de efectuarlos, teniendo un total de 25.5 kilómetros recorridos.

Diversidad, Equidad y Dominancia

La diversidad se estimó mediante el Índice de Simpson, Para tener una mejor apreciación de la uniformidad existente en las comunidades (equidad), se calculo el componente de equidad de Smith y Wilson's asociado al valor de *H'* correspondiente,

La dominancia, reconocida como la abundancia numérica del conjunto de especies presentes en una localidad y sitios de muestreo, fue estimada para cada grupo de vertebrados por medio del índice comunitario de dominancia (ICD) de McNaughton.

4.2.2.18 RESULTADOS

Riqueza total de especies de vertebrados

La riqueza faunística ascendió a noventa y cinco especies (95) de vertebrados, distribuidas en cinco grupos, Mamíferos medianos (14); Quirópteros (mamíferos voladores) (7); Aves (52), reptiles (18) y anfibios (4). En la tabla 21 se observa el total de especies registradas para el área de estudio (Los Árboles Tulum).

vcvTabla 25. Listado de especies de vertebrados presentes en el área de estudio.

Familia	Especie	Nombre común
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
	Mazama americana	Venado temazate
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache común, zorro
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo
Dasyproctidae	*Agouti paca*	Tepezcuntle, Jaleb
	Dasyprocta punctata	Tzereque, Tsub
Mustelidae	*Potos flavus*	Mico de noche, martucha
	Conepatus semistriatus	Zorrillo
Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache
	Nasua narica	Coati
Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecari de collar, jabalí
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla gris
Cebidae	*Ateles geoffrogy*	Mono araña
ESPECIES DE MAMÍFEROS MEDIANOS: 14		
Glossophaginae	*Glossophaga soricina*	Lengüetón de Pallas
Phyllostomidae	*Artibeus intermedius*	Frutero de Allen
	Artibeus jamaicensis	Frutero de Jamaica
	Carollia brevicauda	Murciélago-cola corta sedosa
	Chiroderma villosum	Murcielago ojos-grandes
	Dermanura phaeotis	Frutero pigmeo
	Sturnira lilium	Murciélago de charreteras menor
ESPECIES DE QUIRÓPTEROS: 7		
Accipitridae	*Buteo magnirostris*	Gavilán de caminos
	Buteogalus urubitinga	Aguililla negra mayor
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal
Cathartidae	*Cathartes aura*	Aura cabecirroja

Familia	Especie	Nombre común
Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita
	Leptotila verreauxi	Paloma arroyera
	Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas
Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chel
	Cyanocorax morio	Urraca papan
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero
	Piaya cayana	Cuco ardilla
Cracidae	*Crax rubra*	Hocofaisán
	Ortalis vetula	Chachalaca
Dendrocolaptidae	*Dendrocolaptes certhia*	Trepatroncos barrado
	Sittasomus griseicapillus	Trepatroncos olivaceo
	Xiphorhynchus flavigaster	Trepatroncos piquiclaro
Emberezidae	*Euphonia affinis*	Eufonia gorjinegra
	Dendroica coronata	Chipe rabadilla-amarilla
	Cyanocompsa parellina	Colorin azulinegro
	Dendroica dominica	Chipe dominico
	Habia fiscicauda	Tangara-hormiguera
	Mniotilta varia	Chipe trepador
Formicariidae	*Thamnophilus doliatus*	Batara barrada
	Formicarius moliniger	Hormiguero gallito
Hirundinidae	*Stelgidopterix ridgwayi*	Golondrina-aliserrada yucateca
Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor
	Icterus gularis	Bolsero de altamira
	Icterus auratus	Yuya
	Quiscalus mexicanus	Zanate, Kau
Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle sureño
Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Pajaro Toh
Muscicapidae	*Turdus grayi*	Ruiseñor

Familia	Especie	Nombre común
Phasianidae	*Agriocharis ocellata*	Pavo de manto
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero común
	Picoides scalaris	Carpintero listado
	Dryocopus lineatus	Carpintero grande
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca
	Aratinga nana	Perico pechisucio
	Amazona xantholora	Loro yucateco
Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucaneta
	Ramphastos sulphuratus	Tucan real
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolotito común
Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogon cabecinegro
	Trogon violaceus	Trogon amarillo
Tyrannidae	*Myarchus tyrannulus*	Mosquero copeton
	Myiozetetes similis	Luis gregario
	Onychorhynchus coronatus	Mosquero real
	Platyrinchus cancrominus	Picochato rabón
	Pitangus sulphuratus	Luis grande
Tytonidae	*Strix virgata*	Buho café
Vireonidae	*Hilophilus decurtatus*	Verdillo menor
ESPECIES DE AVES: 52		
Colubridae	*Coniophanes schmidti*	Serpiente Schmid's de rayas negras
	Conophis lineatus	Guarda caminos
	Dipsas brevifecies	Serpiente come caracoles
	Leptophis mexicanus	Serpiente loro mexicana
Corytophanidae	*Corytophanes crystatus*	Turipache
	Basiliscus vittatus	Basiliscos café
Elapidae	*Micrurus diastema*	Sepiente coralillo

Familia	Especie	Nombre común
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Gecko de casa
	Thecadactylus rapicauda	Geck paton
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra
Phrynosomatidae	*Sceloporus crhysostictus*	Lagartija espinosa
Scincidae	*Mabuya unimarginata*	Mabuya centroamericana
Teiidae	*Ameiva undulata*	Ameiva arcoiris
Viperidae	*Crotalus durissus*	Serpiente de cascabel
Polychrotidae	*Norops lemurinus*	Anolis fantasma
	Norops rodriguezii	Anolis liso
	Norops sagrei	Anolis cafe
	Norops sericeus	Anolis sedoso
ESPECIES DE REPTILES: 18		
Bufonidae	*Bufo valliceps*	Sapo común
Hylidae	*Phrynohyas venulosa*	Rana verrugosa
	Similisca baudinii	Rana arboricora mexicana
Plethodontidae	*Bolitoglossa yucatana*	Salamandra yucateca
ESPECIES DE ANFIBIOS: 4		
NUMERO TOTAL DE ESPECIES: 94		

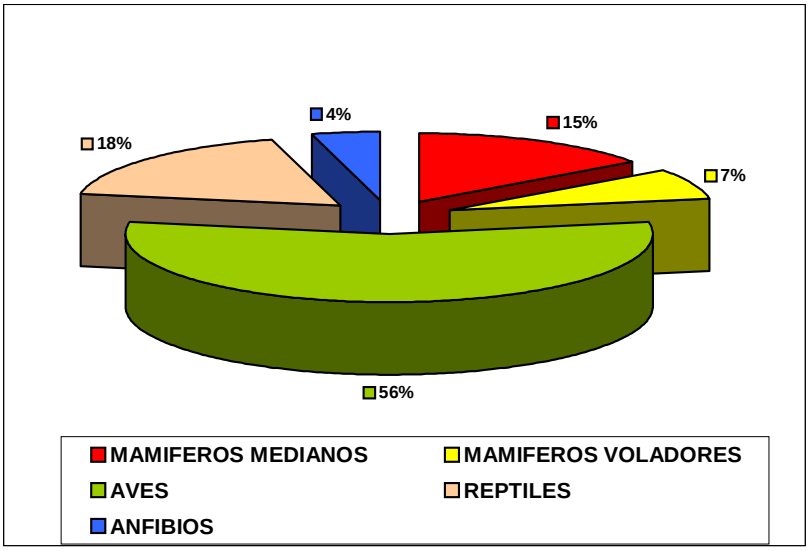


Figura 33. Riqueza especifica porcentual de especies por grupo de vertebrados

Algunos rastros de este grupo de vertebrados se presentan en la figura 33.

Figura 34.. Excretas de venado temazate (*Mazama americana*) encontradas en el área de estudio.

Abundancia de mamíferos medianos

Los resultados obtenidos por medio de la metodología de transecto en franja para estimar la densidad poblacional en cada especie de mamífero mediano se muestra en la tabla 22.

Tabla 26. Valores estimados de abundancia para las especies de mamíferos medianos, arreglados de manera descendiente. Los valores se calcularon en dos unidades dimensiónales diferentes.

Especie	**Densidad (Km^2)**	**Densidad (Ha)**
Potos flavus	2,817	0,028
Tamandua mexicana	2,817	0,028
Agouti paca	5,634	0,056
Conepatus semistriatus	5,634	0,056
Mazama americana	5,634	0,056
Procyon lotor	5,634	0,056
Dasypus novemcinctus	8,451	0,085
Didelphis marsupialis	8,451	0,085
Odocoileus virginianus	8,451	0,085
Pecari tajacu	8,451	0,085
Sciurus aureogaster	8,451	0,085
Dasyprocta punctata	11,268	0,113
Nasua narica	11,268	0,113

La abundancia del mono araña (*Ateles geoffrogy*), debido a que esta especie posee un alto grado de distribución y de su carácter gregario, seria falso estimar una densidad por medio de esta técnica. Lo mas conveniente para establecer la densidad de mono araña es realizar censos o usar una metodología de transecto en línea y programas de software que son mas complicados de utilizar y que requieren un periodo largo de tiempo.

Distribución de mamíferos medianos

La distribución de las especies más abundantes de este grupo de animales (*Nasua narica, Dasyprocta punctata*), junto con *Didelphys marsupialis* , *Odocoileus virginianus* y *Mazama americana* fueron reconocidas en casi todo el predio de manera uniforme, abarcando la totalidad de la selva mediana. Por otro lado la distribución de acuerdo a la frecuencia de aparición y la hora en la que se encontró se infiere que la mayoría de estas especies poseen una distribución del tipo azarosa.

Diversidad, Equidad y Dominancia de mamíferos medianos

La diversidad de los mamíferos medianos en el área de estudio fue de **0.89**, considerando alto este valor, con una equidad de **0.79** y con una dominancia del **18%** de la abundancia total entre los mamíferos medianos.

Abundancia de mamíferos voladores

La abundancia relativa obtenida a partir de los murciélagos capturados por especies se muestra en la tabla 23.

Tabla 27. Densidad estimada para las especies de murciélagos en el área de estudio, dispuestas de manera descendiente. La densidad de los murciélagos se expresa con la unidad de individuos/horas/red.

Especie	**Densidad estimada (Ind./horas red)**
Glossophaga soricina	0,0009
Artibeus intermedius	0,0088
Artibeus jamaicensis	0,0060
Carollia brevicauda	0,0005
Chiroderma villosum	0,0056
Dermanura phaeotis	0,0009
Sturnira lilium	0,0005

En la figura se observan la especie mas abundante, el murciélago frutero de allen (*Artibeus intermedius*).

Figura 35.. Individuo capturado de *Artibeus intermedius*.

Sin duda alguna, existe una estrecha relación entre la distribución y abundancia de las especies al momento de ubicarlos espacial y temporalmente. La distribución de la especies más abundantes abarcó la totalidad del predio al presentarse en todas las redes que fueron colocadas, y dada la vegetación uniforme no se pretendió hacer una comparación en cuanto a la abundancia por tipo de hábitat, es decir estimar una abundancia relativa, de tal manera que se sugiere una distribución uniforme para *Artibeus intermedius* y *Artibeus jamaicencis.*

El resto de las especies se presentaron sin algún patrón aparente de distribución, por lo que se dificulta determinar algún arreglo espacial, proponiendo una distribución azarosa.

Diversidad, Equidad y Dominancia de Quirópteros

La diversidad de los quirópteros fue de **0.73,** considerando alto este valor, concordando con lo apreciado en el área de estudio, no obstante, la equidad entre los individuos fue baja con **0.39**. La dominancia obtuvo un valor de **64%,** obtenido por *Artibeus intermedius* y *Artibeus jamaicensis.*

Abundancia del grupo de aves

Las densidades estimadas por medio del transecto en franja para las diferentes especies de aves se muestran en la tabla 24.

Tabla 28. Densidad estimada para las especies de aves al interior del área de estudio arregladas de manera descendiente.

Especie	**Densidad (Km^2)**	**Densidad (Ha)**
Beteogalus urubitinga	0,939	0,009
Cardinalis cardinalis	0,939	0,009
Crax rubra	0,939	0,009
Cyanocompsa parellina	0,939	0,009
Dendrocolaptes certhia	0,939	0,009
Formicarius moliniger	0,939	0,009
Hilophilus decurtatus	0,939	0,009
Myiozetetes similis	0,939	0,009
Picoides scalaris	0,939	0,009
Platyrinchus cancrominus	0,939	0,009
Sittasomus griseicapillus	0,939	0,009
Strix virgata	0,939	0,009
Xiphorhynchus flavigaster	0,939	0,009
Aratinga nana	1,878	0,019
Crotophaga sulcirostris	1,878	0,019
Dendroica coronata	1,878	0,019
Dendroica dominica	1,878	0,019

Especie	Densidad (Km^2)	Densidad (Ha)
Glaucidium brasilianum	1,878	0,019
Leptotila verreauxi	1,878	0,019
Mimus gilvus	1,878	0,019
Mniotilta varia	1,878	0,019
Onychorhynchus coronatus	1,878	0,019
Piaya cayana	1,878	0,019
Pteroglossus torquatus	1,878	0,019
Thamnophilus doliatus	1,878	0,019
Zenaida asiatica	1,878	0,019
Amazilia rutila	2,817	0,028
Amazona albifrons	2,817	0,028
Cathartes aura	2,817	0,028
Dives dives	2,817	0,028
Eumomota superciliosa	2,817	0,028
Habia fiscicauda	2,817	0,028
Icterus auratus	2,817	0,028
Icterus gularis	2,817	0,028
Melanerpes aurifrons	2,817	0,028
Ortalis vetula	2,817	0,028
Pitangus sulphuratus	2,817	0,028
Stelgidopterix ridgwayi	2,817	0,028
Trogon violaceus	2,817	0,028
Turdus grayi	2,817	0,028
Agriocharis ocellata	3,756	0,038
Amazona xantholora	3,756	0,038
Buteo magnirostris	3,756	0,038
Columbina talpacoti	3,756	0,038
Dryocopus lineatus	3,756	0,038

Especie	Densidad (Km^2)	Densidad (Ha)
Myarchus tyrannulus	3,756	0,038
Quiscalus mexicanus	3,756	0,038
Trogon melanocephalus	3,756	0,038
Ramphastos sulphuratus	3,756	0,038
Euphonia affinis	7,512	0,075
Cyanocorax yucatanicus	7,512	0,075
Cyanocorax morio	11,268	0,113

Distribución de aves

En este grupo es muy difícil predecir la distribución de las especies, ya que tendría de ser de forma individual y por otra parte los procesos de migración e inmigración son unos factores sumamente marcados en este grupo de vertebrados. Aunque de manera general de puede deducir por la frecuencia de aparición en la selva mediana que estas se distribuyen de manera aleatoria en el predio. En la figura 5 se observa un individuo capturado de golondrina mediante los muestreos con redes de niebla.

Figura 36. Individuo muestreado de golondrina-aliserrada yucateca (*Stelgidopterix ridwayi*).

Diversidad, Equidad y Dominancia del grupo de Aves

La diversidad de las aves fue bastante alta con **0.97**, contando con una equidad de **0.77**. Las dos especies más abundantes (*Cyanocorax morio y Cyanocorax*

yucatanicus) representaron el 13% como dominancia de la abundancia total entre las aves.

Abundancia del grupo de los reptiles

La densidad estimada a partir de las observaciones de campo para cada especie se muestra en la tabla 25. *Sceloporus chrysostictus* y *Norops sericeus* son las especies más abundante, seguido de *Norops rodriguezzi y Norops sagrei, depuse se encuentra Ctenosaura similis*, *Ameiva undulata* y *Basiliscus vittatus,* el resto de las especies mostraron una baja densidad.

Tabla 29. Densidad estimada para las especies de reptiles. Los valores se calcularon para dos unidades dimensiónales diferentes (Km^2 y Ha).

Especie	**Densidad ($Ind./Km^2$)**	**Densidad (Ind./Ha)**
Conophis lineatus	3,922	0,039
Corytophanes crystatus	3,922	0,039
Dipsas brevifacies	3,922	0,039
Micrurus diastema	3,922	0,039
Crotalus durissus	3,922	0,039
Coniophanes schmidti	7,843	0,078
Leptophis mexicanus	7,843	0,078
Thecadactylus rapicauda	7,843	0,078
Norops lemurinus	7,843	0,078
Hemidactylus frenatus	11,765	0,118
Mabuya unimarginata	11,765	0,118
Basiliscus vittatus	19,608	0,196
Ameiva undulata	27,451	0,275
Ctenosaura similis	43,137	0,431
Norops sagrei	47,059	0,471

Especie	Densidad (Ind./Km^2)	Densidad (Ind./Ha)
Norops rodriguezii	54,902	0,549
Sceloporus crhysostictus	66,667	0,667
Norops sericeus	66,667	0,667

En la figura observamos una especie representativa de la familia gekkonidae.

Figura 37.. Ejemplar observado de gecko paton (*Thecadactylus rapicauda*).

La distribución de los reptiles en todo el predio se ha dado de manera azarosa.
La observación de serpientes de igual manera que el resto de los reptiles fue de manera azarosa, y la abundancia de estas especies fue relativamente pobre y fueron las densidades mas bajas del grupo. La importancia de las serpientes es ecológicamente muy importante, ya que estas son reguladoras de poblaciones de las que se alimenta (ratones, ranas, crías de mamíferos como el tepezcuintle y tzereque), manteniendo de esta forma un equilibrio ecológico en su ecosistema.

Diversidad, Equidad y Dominancia de Reptiles

La diversidad dentro de este grupo fue de **0.89**, valor que representa un alto nivel de diversidad considerando que el índice de Simpson ve desde 0 (baja diversidad) a 1(alta diversidad). La equidad fue baja con **0.48**, indicando que la distribución de los individuos entre las especies no es equitativa. La dominancia fue definida por *S. chrysostictus* y *Norops sericeus* que acumularon el **33%** de la abundancia total de los reptiles.

4.2.2.19 ESPECIES PROTEGIDAS SEGÚN LA LEGISLACION MEXICANA

De la riqueza de especies encontradas en el predio, veinte presentan algún estatus de conservación en la NOM-059-ECOL-2001, PROTECCION AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MEXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORIAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSION, EXCLUSION O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.

El porcentaje de especies protegidas con relación a la riqueza específica del predio es de 21% de la diversidad total encontrada en el área de estudio. En la tabla 26, se observa una relación entre el estatus de conservación de las especies y el grupo animal al que pertenecen y en la Tabla 26, se observa el nombre científico y el estatus de conservación de las especies protegidas para el Área de estudio.

Tabla 30. Numero de especies por grupo de vertebrados con algún problema de conservación.

Categoría de riesgo	Grupo de vertebrados		
	Mamíferos medianos	Aves	Reptiles
Peligro de extinción	2	1	
Amenazada	1	3	2
Protección especial	1	8	2

Tabla 31 Tabla de especies con algún estatus de conservación en la NOM-059-ECOL-2001 y/o endemismos, encontradas en el predio "Árboles Tulum". Estatus de conservación: A.- Amenazada; Pr.- sujeto a Protección especial; P.- Peligro de extinción.

Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	
Mamíferos medianos			
Ateles geoffroyi	**Mono araña**	**P**	**No endémico**
Potos flavus	**Mico de noche, martucha**	**A**	**Endémico**
Conepatus semistriatus	Zorrillo	Pr	Endémico
Tamandua mexicana	**Oso hormiguero**	**P**	**No endémica**
Aves			
Beteogalus urubitinga	Aguililla negra mayor	Pr	No endémica
Cardinalis cardinalis	Cardenal	Pr	No endémica
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	Pr	Endémico
Crax rubra	**Hocofaisán**	**A**	**No endémica**
Agriocharis ocellata	**Pavo de manto**	**A**	**No endémica**
Aratinga nana	Perico pechisucio	Pr	No endémica
Amazona xantholora	Loro yucateco	Pr	No endémica
Pteroglossus torquatus	Tucaneta	Pr	No endémica

Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	
Ramphastos sulphuratus	**Tucan real**	**A**	**No endémica**
Amazilia rutila	Colibrí canelo	Pr	Endemico
Onychorhynchus coronatus	**Mosquero real**	**P**	**No endémica**
Platyrinchus cancrominus	Picochato rabón	Pr	No endémica
Reptiles			
Leptophis mexicanus	**Serpiente loro mexicana**	**A**	**No endémica**
Corytophanes crystatus	Turipache	Pr	No endémica
Ctenosaura similis	**Iguana negra**	**A**	**No endémica**
Crotalus durissus	Ratonera	Pr	Endémico

De las veinte especies encontradas con problemas de conservación, cuatro pertenecen a los mamíferos, doce al grupo de las aves y cuatro a los reptiles.

Según el estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001, tres especies se encuentran en PELIGRO DE EXTINCIÓN (P), seis se encuentran AMENAZADAS (A) y once se encuentran SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL (Pr).

4.2.2.20 DIAGNOSTICO FAUNA.

- Se encontraron un total de noventa y cinco especies de vertebrados, pertenecientes a los siguientes grupos: mamíferos medianos (14 especies), murciélagos (7 especies), aves (52 especies), anfibios (4 especies), reptiles (18 especies).

- La diversidad estimada en la taxocenosis de los grupos parámetro (mamíferos medianos, mamíferos voladores, aves y reptiles) al interior del área de estudio fue alta, destacando entre estos a las aves con un índice de

diversidad de 0.97, posteriormente a los mamíferos medianos y reptiles con un índice de diversidad de 0.89 cada grupo y a los murciélagos con un índice de diversidad de 0.73

- Se encontraron veinte especies de vertebrados con problemas de conservación de las cuales, cuatro pertenecen al grupo de los mamíferos, doce al grupo de las aves y cuatro al de reptiles.

- El predio en general se encuentra en un muy buen estado de conservación y la uniformidad de sus selvas abarcan a todo el predio, excepto en una pequeña parte por donde atraviesa una línea de la Comisión Federal de electricidad (CFE), que no abarca mas de 10 m de ancho.

- La distribución de las especies se da en todo el predio, dado que el tipo de vegetación es uniforme (Selva Mediana Subperennifolia), del tipo azaroso.

4.2.3 Paisaje

El paisaje se asume como el sistema territorial compuesto por elementos naturales, y antrópicos, al evaluar el paisaje es necesaria la integración de las actividades humanas, ya que son parte de la unidad territorial y temporal en estudio.

El paisaje como una unidad territorial homogénea se considera como la porción norte de la carretera Tulum – Coba, en donde se desarrolla selva mediana subperennifolia, el, paisaje desde el crucero hacia el interior de la zona continental va cambiando de gradaciones de perturbación, conforme se aleja del pueblo de Tulum las construcciones de algunas viviendas y comercios es más rara, en la porción del predio del kilómetro 12 al 12+600 los predios a la orilla del camino

cuentan con construcciones, en donde habitan familias, por lo que desde la carretera el paisaje luce modificado y en desorden, en una escala baja, ya que los edificios son de un nivel e inmediatamente detrás se observa la zona arbolada.

El paisaje a escala regional desde el entronque con Tulum se ha modificado por las construcciones a la orilla de la carretera, por la tala en los ejidos colindantes, y por la basura que arrojan los automóviles que pasan por la carretera. Las predicciones de crecimiento de la zona urbana de Tulum, prevén la modificación del paisaje, perdiendo naturalidad, incrementando su fragilidad, pero sobre todo disminuyendo la calidad paisajística.

La naturalidad en el predio se percibe alta, ya que desde cualquier punto se está rodeado de vegetación, que llega a sobrepasar los 12 m de altura, la visibilidad se limita a unos 6 m ya que la cobertura vegetal impide ver a mayor distancia, por lo que en las viviendas inmersas en un predio de 2 has, tendrán la sensación de aislamiento.

En cuanto a la fragilidad del paisaje dentro del predio, ésta es sólida, por lo que podrá ser capaz de absorber cierta cantidad de cambios sin perder sus atributos naturales, siempre y cuando se mantenga una alta superficie de vegetación, sobre todo arbórea, ya que el sotobosque de cualquier forma se aprecia poco denso.

Figura 38.**.** Se observa que el paisaje es aparente mente homogéneo, pero al considerar otros elementos además de la vegetación, el paisaje va presentando algunos cambios entre los más evidentes esta el nivel de naturalidad.

4.2.4 Aspectos Socioeconómicos

a) Demografía

La población en el Municipio de solidaridad se ha concentrado en las últimas décadas en la franja del corredor turístico Cancún-Tulum en la zona de playa, en donde se han desarrollado diversos poblados de apoyo, principalmente como respuesta de la demanda de fuerza laboral producida por los hoteles turísticos desarrollados en el litoral, es el caso de ciudad Chemuyil, mientras que las poblaciones principales del corredor, tienen un origen anterior al crecimiento turístico del corredor, y se desarrollaron como colonias de pescadores, entre ellas se encuentran Tulum, Puerto Morelos y Playa del Carmen, esta última constituye la ciudad de mayor importancia en el Corredor.

La dinámica poblacional de las comunidades que viven en la selva se ha mantenido estática, modificándose muy poco a lo largo del tiempo, esto ocurre debido a la emigración por empleo, servicios o educación hacia ciudades más grandes del litoral costero o bien al interior de la republica.

La población del corredor Cancún Tulum está distribuida en varios poblados de apoyo como son la parte sur de Tulum, Ciudad Chemuyil, Puerto Morelos, y Playa del Carmen, ésta ultima constituye la ciudad de mayor importancia en el Corredor, el área urbana tienen una extensión de 155.2 has (1999). El Municipio de Solidaridad cuenta (INEGI, 2000) con 63,752 habitantes, de los cuales 34,410 son hombre y 29,342 mujeres.

Playa del Carmen constituye el principal indicador del crecimiento poblacional del corredor, tan sólo en 1960 el censo arrojo 93 habitantes en toda la ciudad, para 1970 se contabilizaron 232 habitantes lo que representó una tasa de crecimiento

media anual en esa década de 9.57%. En la década de 1980-1990 el crecimiento demográfico se incrementó exponencialmente a consecuencia del impulso y desarrollo de las actividades turísticas, de esta manera el XI Censo General de Población y Vivienda 1990 señaló una población de 3,098 habitantes, incrementándose la tasa de crecimiento media anual de la localidad hasta el 15.44%, una de las más elevadas a nivel nacional; como consecuencia de ello Playa del Carmen en 30 años multiplicó su población 33 veces a una tasa promedio anual del 12.4%.

En Playa del Carmen el periodo de duplicación de la población va disminuyendo a la par que la tasa de crecimiento va aumentando ya que alcanzó el 18.94% entre 1990-1994.

En el censo de 2000 realizado por el INEGI, se obtuvo que de la población total, el 63.55 % pertenece a la población en edad productiva, comprendida entre los 15 y los 64 años. También se obtuvo que la población total para el municipio Solidaridad es de 63, 752 habitantes, donde 20,397 habitantes se encuentran entre los 0 y los 14 años de edad; 40,520 tienen entre 15 y 64 años, 767 tienen más de 65 años y 2,068 no especificados. La población estimada para el 2003 para el municipio de Solidaridad es de 110,163 habitantes, con una tasa de crecimiento del 20 %.

Número de habitantes por núcleo de población identificado.

Según el censo de 2000 (Gráfica 2) existen 284 localidades, donde el 68% de la población del municipio de Solidaridad se encuentra concentrada en una localidad cuyo tamaño está entre 20,000 a 49,000 habitantes, el 11% de la población se encuentra concentrada en una población cuyo número de habitantes esta entre 5,000 a 9,999 habitantes, para las 4 localidades que tienen un tamaño de 1,000 a 1,999 habitantes les corresponde el 9 %, mismo porcentaje para las 275

localidades donde el número de habitantes está entre 1 y 499, y por último el 3 % a las 3 localidades cuyo tamaño se encuentra entre 500 a 999 habitantes. En Tulum según el censo mencionado, viven 4,550 personas; y en Playa del Carmen, cabecera del municipio, 43,613 habitantes representando esta el 68 % de la población total del Municipio.

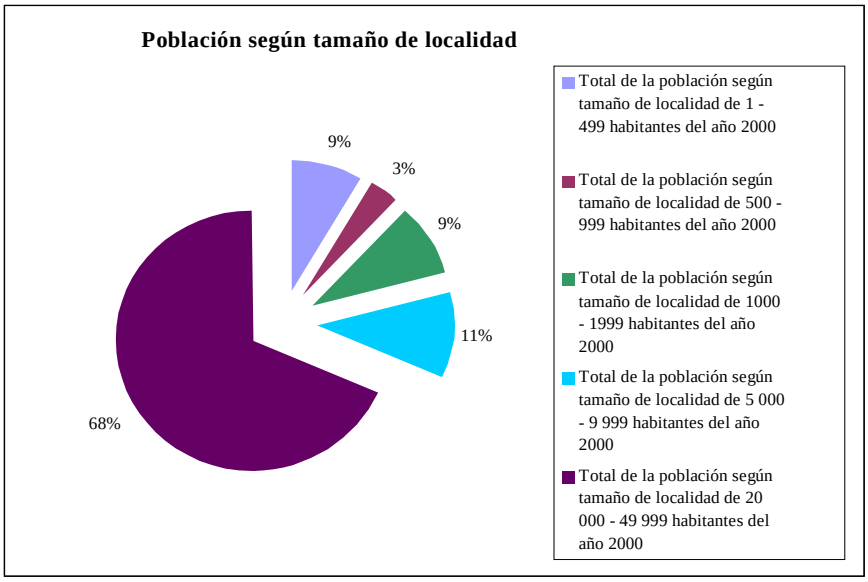


Figura 39.. Porcentaje de la población según el tamaño de la localidad del Municipio de Solidaridad.

Tasa de crecimiento de población

La ciudad de Playa del Carmen es el centro de población más importante del área donde se asentará el proyecto, cuenta con menos de 25 años de intenso crecimiento habiendo superado actualmente la tasa de crecimiento de Cancún considerada durante largo tiempo como la más alta del país; su población se ha incrementado de manera notable debido a la actividad turística intensa que se ha dado en los últimos 10 años.

En la Tabla 16 se compara la población existente en el Municipio Solidaridad de 1990 al año 2000 según datos del INEGI (1990, 2001). Se aprecia como el crecimiento poblacional se incrementa más del doble de 1990 a 1995 y se sextuplica para el año 2000. La población masculina es la que siempre ha predominado por márgenes superiores al 5%.

Tabla 32. Crecimiento poblacional y proporción por sexos.

Año	Total	Hombres	%	Mujeres	%
1990	10531	5699	54.1	4832	45.9
1995	28747	15253	53.1	13494	46.9
2000	63752	34171	53.6	29581	46.4

El grupo de edad más importante, en el que se agrupa el mayor porcentaje de la población total es el de 15 a 64 años tal como se demuestra en la tabla 17, ya que es la población considerada económicamente activa y por lo tanto de la que depende la economía del área. Es importante mencionar que el acelerado crecimiento de Playa del Carmen se ha presentado en los últimos 8 años y depende en gran parte de la población migrante adulta que llega a trabajar.

Tabla 33. Distribución de la población por grupos de edad.

Año	Grupos de edad (%)		
	0 – 14	**15 – 64**	**65 y más años**
1990	40.7	57.5	1.8
1995	37.6	61.1	1.3
2000	32.0	63.6	1.2

La tasa de crecimiento del Municipio de Solidaridad de acuerdo al INEGI (2001). De 1990 a 1995 fue de 19.4% y de 1995 al 2000 de 20.4%, presentando poco incremento en el período de 1990 al 2000.

Procesos migratorios (emigración o inmigración significativa)

Según el INEGI (2000), el 38 % (24, 613 habitantes) de la población del municipio Solidaridad proviene de otras localidades del mismo Municipio, de otras entidades del país e incluso de otros países.

Las principales entidades de donde provienen lo migrantes son Yucatán, Distrito Federal, Veracruz y Campeche.

En este movimiento migratorio Playa del Carmen tiene gran importancia, este flujo migratorio aunque es permanente, existe la temporada “alta” que corresponde a los meses de noviembre a marzo. En esta temporada el flujo de turistas extranjeros es el más importante, provenientes principalmente de Europa y en menor medida de Canadá y Estados Unidos, por lo que en esa temporada la demanda de mano de obra se ve incrementada.

La temporada alta concluye al finalizar el periodo de invierno; las actividades turísticas se reducen y buena parte de la población migrante regresa a sus comunidades o se desplazan a otros sitios turísticos. Este movimiento migratorio anual tiende a decrecer, ya que la población que trabaja directamente en los servicios turísticos y la construcción tiende ha establecerse en la zona.

En los últimos años ha disminuido la inmigración temporal en la región, ya que cada vez se asientan más familias en la ciudad de Cancún o playa del Carmen. Esto ha generado el fenómeno conocido localmente como Cancún.

Dicha ciudad se está convirtiendo en un lugar de pernocta por la gran cantidad de personas que tienen su domicilio en ella pero trabajan en la Riviera Maya, si bien paulatinamente mayor número se está asentando en Playa del Carmen y sus alrededores.

Esto aun no se refleja en la población de Solidaridad que reside en las zonas urbanas comparadas con la que habita en zonas rurales. De acuerdo a la información disponible que abarca el periodo de 1990 a 1995 el porcentaje de la población que habita en zonas rurales aumentó en 3.2%.

Tabla 34. Población según residencia

Año	Rural (%)	Urbana (%)
1990	70.6	29.4
1995	73.8	26.2

Población económicamente activa (PEA)

El proyecto habitacional quedará aproximadamente a 2.5 Km., de Playa del Carmen, de manera que quedará inmerso en la dinámica que prevalece de la actividad económica de la misma.

Esta situación se refleja en los empleos que se generaran año con año que incluyen profesionistas de diferentes disciplinas, así como técnicos especializados y obreros del campo de la construcción y de mantenimiento. Conforme a los datos del INEGI (1990 y 2 000) el comportamiento de la población de 12 años o más por condiciones de actividad según sexo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 35. Población Económica.

Año	Población económicamente activa		Población económicamente Inactiva		No especificado	
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
1990	3 062	3 851	2 428	535	102	199
2000	7 727	21 219	11 967	3 172	59	102

Población económicamente activa ocupada por rama productiva.

La población económicamente activa por sector o rama productiva se muestra en la tabla 20. La actividad terciaria concentra al 47.40 %. Se resalta la actividad terciaria (comercio) al concentrar más del 70 % de la población ocupada para el año 2000 (INEGI, 2000).

Tabla 36. Porcentaje de la PEA ocupada por sector productivo.

Año	Primario	Secundario	Terciario
1990	31.20	15.40	47.40
2000	5.46	19.02	73.18

El cuadro anterior muestra el cambio significativo en la estructura económica referida a la participación de la población en los distintos sectores. Se aprecia que en 1990 el sector primario y el terciario acumulaban el mayor porcentaje de la PEA ocupada, sin embargo para el año 2000 el sector primario se deprime sustancialmente en tanto que el secundario y el terciario y principalmente este último se incrementa notablemente en poca más del 25%.

Este cambio en la participación de la PEA ocupada refleja el cambio y fortalecimiento de una tendencia a una economía de servicios quedando rezagados los sectores productivos y por tanto se incrementa la dependencia de

productos y alimentos provenientes de otras áreas del país o incluso del extranjero como la gran incidencia de productos de origen chino.

Empleo

El INEGI (2000) reporta para Solidaridad 18 principales tipos de ocupación de la población (Tabla 21). El mayor porcentaje lo representan los artesanos, los trabajadores de servicios personales, obreros, los comerciantes y dependientes.

Tabla 37. Principales Actividades Productivas.

Tipo de actividad	%	Tipo de actividad	%
Trabajadores en servicios personales	20.69	Jefes y supervisores administrativos	2.92
Artesanos y obreros	19.31	Técnicos	2.65
Comerciantes y dependientes	11.02	Trabajadores del arte	1.82
Oficinistas	6.82	Trabajadores de la educación	1.71
Operadores de transporte	5.73	Trabajadores ambulantes	1.71
Trabajadores agropecuarios	5.28	Profesionistas	1.60
Ayudantes, peones y similares	4.81	Inspectores y supervisores en la industria	1.28
Trabajadores domésticos	3.78	Operadores de maquinaria fija	0.34
Trabajadores en protección y vigilancia	3.60	No especificado	1.85
Funcionarios y directivos	3.10		

Región económica y principales actividades productivas

La zona donde se ubica el proyecto pertenece a la zona “C” a la cual se le asigna un salario mínimo vigente de $34.98 pesos diarios.

Índice de desempleo

Conforme a los datos del INEGI (2001) en el municipio de Solidaridad el 1.31% de la PEA masculina y el 0.83% de la femenina no esta ocupada. Se considera que esos porcentajes de desocupación son muy bajos reflejan una alta tasa de empleo aun más para las mujeres ya que el porcentaje de mujeres desocupadas es menor que el de los hombres.

Actividades productivas

Agricultura

La agricultura está orientada principalmente a cultivos básicos como maíz y frijol, con cultivos intercalados de calabaza, tomate y chile, en terrenos no mecanizados y de temporal con bajos rendimientos, que son destinados al autoconsumo. Los terrenos actualmente destinados a la agricultura son ejidales.

Ganadería

La ganadería es extensiva con praderas de temporal en su mayoría de propiedad ejidal, el inventario ganadero consta de aproximadamente 1,400 cabezas de ganado bovino y 10,000 de ganado porcino y ovino. La producción se orienta principalmente al autoconsumo. La cría de aves es a nivel doméstico.

Apicultura

Es una actividad complementaria que ha sido afectada por factores climatológicos y la presencia de la abeja africana, pero existe un buen potencial para su explotación.

Forestal

Se cuenta con recursos forestales de maderas duras tropicales que son explotadas bajo supervisión de las autoridades para evitar la deforestación como sucedió con las maderas preciosas que existían en la región, el nivel de explotación es alrededor de 6,000 metros cúbicos. También se explota, aunque en menor escala, la resina del chicozapote para la producción del chicle.

Industria

La industria manufacturera es muy incipiente, limitándose a talleres, tortillerías y otros establecimientos localizados en el área urbana.

Turismo

Constituye la principal actividad del Municipio y se localiza en toda la costa, conocida como la Riviera Maya. Se ha dotado de servicios de energía eléctrica, carreteras, agua potable, entre otros a la zona. En la segunda mitad de la década ha iniciado un auge turístico que actualmente está en plena expansión, con expectativas de crecimiento muy importantes. Actualmente existen 149 establecimientos hoteleros con 7,211 cuartos disponibles, de los cuales casi la mitad son de categoría de 4 estrellas o mayor.

La Riviera Maya, para el año 2000, contribuyo con el 35% de las divisas generadas (un millón de dólares) por el Caribe mexicano y con 210 millones de dólares en impuestos. En el periodo 1998-2000 su crecimiento en infraestructura hotelera fue del 220 %.

Vías de comunicación

La carretera federal 307 atraviesa al municipio de sur a norte, la cual se tiene cuatro carriles. El resto del litoral del Municipio está comunicado por un camino de terracería de Tulum a Punta Allen. Otra carretera importante es la vía Tulum - Cobá - Nuevo Xcan que atraviesa el municipio de este a oeste conectando los importantes centro turísticos de Tulum y Cobá. De Cobá parte una carretera interestatal que conecta Cobá con Chemax, Yucatán y que constituye una vía corta para Mérida. Todas las localidades mayores de 50 habitantes están comunicadas por vía terrestre.

Para la comunicación marítima existe una terminal en Playa del Carmen con un muelle para las embarcaciones de ruta a Cozúmel y para el servicio de tenders a los cruceros turísticos internacionales que llegan frecuentemente. En Punta Venado, situado a 12 Km., de Playa del Carmen se tiene una terminal para transbordadores que realiza la transportación de carga y pasajeros a Cozúmel, además del servicio de exportación de materiales pétreos a los Estados Unidos por una empresa privada. La comunicación aérea se realiza con un aeródromo para aviones de corto alcance, que hacen el servicio entre Playa del Carmen y otros centros turísticos situados a corta distancia, sobre todo Cozúmel. En Tulum existe un aeródromo con poco uso comercial y actualmente bajo resguardo del ejército. En Boca Paila existe una aeropista para el servicio turístico.

Medios de comunicación

El servicio de telégrafos se presta en Playa del Carmen, cabecera municipal. Para el servicio postal operan administraciones de correos en Playa del Carmen y Tulum y sucursales de correos en Cobá y Puerto Aventuras. El servicio de telefonía automática y telefonía celular opera en Playa del Carmen y en Tulum se tiene una caseta de larga distancia con extensiones. En la zona rural se tiene instalado el servicio de telefonía en 8 localidades: Akumal, Chanchen Palmar,

Cobá, Macario Gómez, Manuel Antonio Ay, Punta Allen, San Juan de Dios y San Silverio.

Playa del Carmen cuenta con una estación comercial de radio con cobertura en todo el municipio, además que se escuchan las estaciones de Cancún, Cozúmel y Yucatán. Opera el servicio de televisión por cable en la cabecera municipal y en Tulum, así como las cadenas nacionales de televisión. No se edita ningún periódico local pero circulan los periódicos estatales y nacionales.

Vivienda

Ante la necesidad de contar con un sitio en el que habitar, los pobladores, sobre todo aquellos de escasos recursos han invadido terrenos ejidales, dando lugar a asentamientos irregulares carentes de cualquier tipo de servicio, además de la incertidumbre jurídica de la tierra. Estas condiciones han disminuido en gran medida la calidad de vida de los habitantes de los llamados cinturones de miseria.

En los últimos años se ha dado gran impulso a la construcción de unidades habitacionales, equipadas con los servicios básicos, que ofrecen una mejor calidad de vida a sus habitantes, en el afán de contribuir a satisfacer la demanda de vivienda de la población de todos los sectores. Sin embargo, el Instituto de Vivienda de Quintana Roo (INVIQROO) anunció recientemente, que en el estado existe un déficit de vivienda que rebasa las 35,000 unidades, y que la demanda se centra principalmente en Cancún y Playa del Carmen, sitios en los que existe gran dinámica poblacional.

De acuerdo con los resultados del Conteo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en 2000, existen 14, 326 viviendas habitadas en el Municipio, donde el 58% son particulares y el 42 % son rentadas.

Esta misma fuente reporta que el material predominante para la construcción de viviendas en el municipio fue para pisos cemento o firme, mientras que para paredes y techos fue material sólido en el que se incluye block, piedra o ladrillo.

Tabla 38. Viviendas ocupadas en el municipio de solidaridad a partir de 1990 a 2000, donde O/V = ocupantes por vivienda.

Viviendas particulares habitadas			
Año	**Viviendas**	**Ocupantes**	**O/V**
1990	2191	9959	4.5
1995	6937	28665	4.1
2000	16832	63262	3.8

En el período de 1990 a 2000 tabla 16, se construyeron aproximadamente más de 10,000 viviendas en tanto que la población superó el doble de la existente a inicios de dicho período, sin embargo el número de ocupantes por vivienda ha disminuido de 4.5 a 3.8.

Salud y seguridad social

El Municipio de Solidaridad cuenta con atención de primer nivel proporcionada por SSA y el IMSS. Se tiene además una Unidad de salud móvil para dar atención a las zonas rurales, que también son parte de la zona maya. Se cuenta con 9 Centros de salud y un Centro de salud con hospitalización denominado de atención intermedia. Los pacientes que requieren de atención de segundo nivel son trasladados a la ciudad de Cancún. El equipamiento consta de 9 camas censables, 13 consultorios, laboratorios de análisis clínicos y radiología, entre otros equipos. El personal médico lo forman 14 médicos generales, 21 enfermeras auxiliares, 5 enfermeras generales y personal de apoyo.

En el período de 1994 al 2000 (Tabla 23.), la población derechohabiente del IMSS aumentó en 6 veces.

Tabla 39 Población derechohabiente del IMSS

Año	Asegurados o trabajadores			Familiares, pensionados y dependientes		
	IMSS	ISSSTE	SSA	IMSS	ISSSTE	SSA
1994	4059	0	ND	4942	0	ND
1999	16813	0	ND	20429	0	ND
2000	24083	1104	ND	ND	ND	ND

ND.- No disponible.

En Playa del Carmen se cuenta con la disponibilidad de servicios médicos que proporcionan la unidad existente del IMSS, las 8 de SSA y una del DIF.

Educación

Este Municipio de Solidaridad tiene una oferta educativa desde preescolar hasta educación media superior. En general cuenta con 2 escuelas de educación especial, 29 de educación preescolar, 39 de educación primaria, 11 de educación secundaria y 2 de educación media superior.

Desafortunadamente en Playa del Carmen no hay muchas opciones educativas de nivel superior, por lo cual los jóvenes interesados en desarrollar una carrera tienen que trasladarse a Cancún, Chetumal, Mérida u otra localidad que les ofrezca dichos servicios.

En el municipio según datos del INEGI (2000), el 82 % de la población comprendida entre los 6 y 14 años sabe leer y escribir, siendo un total de 8,399. Con respecto a la población de 15 a 24, el 88.5 % no asiste a la escuela.

En el Municipio se localizan 33 escuelas de preescolar, 42 primarias, 15 secundarias y, 4 de bachillerato

b) Factores Socioculturales

En el predio no existen zonas arqueológicas. La zona arqueológica más cercana es Tulum. Tampoco existen núcleos poblacionales con clara desentendencia maya o que tengan sistemas de cultivo o fiestas de gran valor cultural para el Estado de Quintana Roo, por lo que, se aclara que este aspecto NO APLICA, ya que no existen Asentamientos Humanos dentro del predio ni en sus colindancias que modificaran sus recursos culturales una vez que se haya establecido el proyecto.

4.2.5 Diagnóstico ambiental

El diagnostico ambiental se realiza de forma integral considerando la situación actual del medio natural, reconociendo las relaciones entre los diferentes componentes del sistema, resaltando las formas en que se han llevado a acabo estas interacciones y valorando el estado de sus componentes.

En el análisis se reconocen los factores críticos en el sistema, por su fragilidad, estado de conservación, y por su participación como elemento básico del sistema, como son el suelo, que se puede reflejar o ser resultado de las condiciones de la vegetación.

El diagnostico ambiental se presenta en forma de tabla donde se le asigna un valor de acuerdo a caracteres universales y que no requieren de metodologías especiales para su apreciación se califican el estado de conservación, fragilidad y capacidad de carga de acuerdo a los fundamentos descritos en la siguiente tabla:

Tabla 40. Calificaciones del diagnostico ambiental.

	Alto	Medio	Bajo
Estado de conservación	Cuando las condiciones no han sido modificadas, o han sido modificadas de forma poco significativa.	Cuando se ha modificado el estado original, pero existe un grado aceptable de conservación.	La afectación del factor es relevante y su naturaleza ha sido modificada significativamente.
Fragilidad	Un elemento frágil se degrada con facilidad y se recupera con dificultad, es vulnerable.	Se encuentra en un término medio de susceptibilidad y capacidad de recuperación.	Cuando el componente tiene una alta capacidad de regeneración y no se ve afectado con facilidad.
Capacidad de regeneración	Cuando un elemento se recupera en un intervalo de tiempo corto de un efecto impactante.	Cuando un elemento se recupera de forma paulatina de un impacto.	Cuando no se recupera o es un proceso a muy largo tiempo.

La vegetación del predio donde se pretende construir el Fraccionamiento Privado de Conservación “Los Árboles Tulum” corresponde a una **selva mediana subperennifolia.** El 100% de la superficie del terreno se encuentra cubierto por vegetación en un estado avanzado de desarrollo y en buen estado de conservación. La importancia de esta vegetación está relacionada con su desarrollo y conservación, así como por su extensión y aislamiento. Presenta un elevado número de árboles por hectárea con diámetros a la altura del pecho mayores de 35 cm. distribuidos en todo el predio. Mantiene poblaciones importantes de especies de animales silvestres sensibles a la actividad humana que utilizan la vegetación como refugio y alimento. En este terreno existen especies forestales con volúmenes aprovechables de madera para escuadría, así como palizadas.

Únicamente en la parte de acceso al predio en cuestión la vegetación ha sido perturbada por ajenos al presente proyecto por lo que en general el predio se encuentra en buenas condiciones de conservación, sin embargo en los alrededores del predio se realizan actividades de tipo forestal, agropecuarias de subsistencia, en general con tenencia de la tierra de tipo ejidal, con subsidios a la producción agropecuaria como PROCAMPO, que promueve esquemas poco aplicables a la zona y por lo tanto poco productivos y altamente impactantes al entorno biótico, por lo tanto el desarrollo de un fraccionamiento de muy baja densidad como el presente plantea un esquema de utilización de la tierra.

Con el programa de rescate de las plantas con importancia ecológica y de recuperación de los recursos naturales (madera en rollo, postes, tierra, piedra, hojarasca) que se encuentran en las áreas de construcción y obras se reducen los daños y se generan beneficios al utilizar estos recursos dentro del proyecto.

Con el programa de rescate de las especies vegetales de importancia ecológica y la recuperación de los recursos naturales (tierra, piedras, hojarasca) que se encuentren dentro de las áreas que se destinen para la construcción y obras, se reducirán los daños provocados y se generarán beneficios al aprovechar estos recursos en el proyecto. Así mismo, la rehabilitación de la vegetación perturbada durante el proceso de construcción, mediante el uso de plantas nativas, para su posterior aprovechamiento, como áreas públicas del desarrollo residencial, generará beneficios que sufragarán los costos de las labores de mejoramiento que se hayan realizado.

Sin embargo, lo interesante de los resultados de este muestreo es la diversidad de especies encontradas, ya que se encontró un gran porcentaje de las especies registradas en la NOM-059 en esta región del País. Esto es un indicador de un hábitat sano y con muy bajo índice de perturbación. Otro indicador de esta

condición es la casi nula incidencia del Zanate, *Quiscalus mexicanus,* considerado como una especie indicadora de perturbación humana.

Tabla 41. Diagnostico ambiental del predio "Los Árboles Tulum".

ES= Estado de conservación, F= Fragilidad, CR=capacidad de regeneración.

A=Alto, M=Medio, B=Bajo.

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción de la situación actual.	ES	F	CR
Atmósfera	Calidad del aire	En la zona no existen emisiones por industria o acciones extractivas, se limita a los gases de combustión que emiten los vehículos sobre la carretera. Por ser una zona donde corre el viento continuamente los gases se dispersan de forma inmediata.	A	M	A
	Nivel de ruido	El ruido proviene del movimiento de la vegetación generado por el viento, por el paso de los vehículos en la carretera y por las actividades en los predios colindantes, como el uso de motosierras, o el paso de maquinaria pesada.	A	A	A
	Microclima	El clima y microclima es cálido-húmedo, que por la cobertura vegetal, no se ha modificado.	A	M	A
Hidrología	Subterránea	El predio se ubica entre dos sistemas de cavernas por lo que como el resto de la selva es una zona de recarga de los acuíferos, la calidad del agua como reporta CONABIO, se ve afectada sobre todo por aguas residuales de las poblaciones que se desarrollan cerca de los sistemas, aunque no se realizo el estudio geohidrologico en el predio, este se realizaria antes de comenzar la obra, reportando la calidad del agua a las autoridades.	A	A	B
	Escorrentía superficial	La hidrología del predio esta conformada principalmente por escurrimientos horizontales ocasionados por la microtopografía del predio. Los escurrimientos verticales son ocasionados por la infiltración a través del suelo y la roca permeable.	A	A	B

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción de la situación actual.	ES	F	CR
Suelo	Calidad del suelo	Predominan las asociaciones de suelos tzekel, poco apto para la agricultura por ser delgados y pedregosos, que corresponden a rendzinas y litosoles. El suelo del predio Los árboles Tulum es del tipo de rendzinas, con frecuentes afloramientos de la roca madre., poco fértiles.	A	M	B
	Erosión	En el predio la dinámica de erosión es la natural, ya que la presencia de vegetación impide erosión eolica se da la hidria en una taza natural para este tipo de asociaciones vegetales –suelo.	A	M	B
	Relieve	El predio presenta las características clásicas de la Península de Yucatán, es una planicie con ondulaciones. Durante los trabajos de caracterización se identificó variación a nivel microtopográfico no mayor de 3 metros.	A	M	B
Vegetación	Selva mediana subperennifolia	La vegetación del predio es Selva Mediana Subperennifolia se encuentra en avanzado estado de Conservación. Según las características de altura, especies dominantes, diámetro de los individuos, densidad de los individuos mayores de 35 cm. de DAP y encuestas abiertas a los habitantes de la zona se propone que la vegetación del predio presenta al menos 40 años en los que la vegetación no ha sido derribada. De las 86 especies encontradas 4 especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001, el *Chac wa (Zamia loddigesii), el Kulimche (Astronium graveolens*), el Chit (*Thrinax radiata*) y La Vainilla (*Vainilla planifolia*). Ninguna especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2001 o CITES resulta con alto valor de importancia relativa o se encuentran con alta densidad dentro del predio.	A	M	M

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción de la situación actual.	ES	F	CR
Fauna	Anfibios, reptiles, aves, mamíferos	Se considera un estado medio-alto de conservación de fauna dentro de la zona de estudio. La riqueza faunística ascendió a noventa y cinco especies (95) de vertebrados, distribuidas en cinco grupos, Mamíferos medianos (14); Quirópteros (7); Aves (52), reptiles (18) y anfibios (4). 20 especies se encuentran clasificadas en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2001. El taxón dominante es el de aves con 12 especies, de los mamíferos 4, y de los reptiles 4 especies.	A	A	B
Paisaje	Naturalidad, Fragilidad Calidad Paisajística.	Los elementos que se han descrito antes generan un paisaje con una naturalidad alta que se percibe desde cualquier punto del predio, por lo que la calidad paisajística se considera poco impactada, la fragilidad del paisaje es alta ya que de modificarse cualquiera de los componentes naturales se afecta esta percepción de naturalidad.	A	M	B

5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 METODOLOGÍAS PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las metodologías desarrolladas para la evaluación de impactos son variadas, por lo que considerando que cada proyecto es diferente y que no existe una universalidad o un método más adecuado que otro, de la forma como se interprete y utilice la información del medio físico, ambiental y del proyecto se podrán inferir los prosible impactos que se darán y la capacidad del medio para absorberlas, para lo cual es deseable la participación de un equipo interdiciplinario, la selección de metodologías objetivas y claras, de forma tal que tanto el promovente, los evaluadores y las autoridades cuenten con las herramientas y resultados suficientes para la toma de decisión.

Basados en lo anterior la evaluación de los impactos ambientales que podría generar el proyecto **"Fraccionamiento Privado de Conservación *Los Arboles Tulum"*** se realiza por medio de dos metodologías ampliamente utilizadas; la *Matriz de Leopold* y la *Matriz de Importancia*.

Matriz de Leopold. Esta metodología permite realizar un cribado de elementos y acciones identificando los componentes del proyecto y ambientales que van a ser evaluados.

Matriz de Importancia. Una vez identificadas las acciones y factores del medio que probablemente serán impactados esta metodología permite obtener una valoración cualitativa brindando resultados comparables entre diversos

componentes y factores ambientales para conformar con ello juicios de valor de importancia del impacto.

Con el fin de completar la información obtenida a través de las matrices antes mencionadas se realiza la descripción de los impactos y el análisis del resultado para cada componente ambiental, utilizando listas de control descriptivas.

5.1.1 Indicadores de impacto.

Los indicadores de impacto ó índices ambientales se definen como “la expresión medible de un impacto ambiental” con y sin proyecto, por lo que son variables simples y/o complejas que representan una alteración sobre un factor ambiental, así un indicador es capaz de caracterizar numéricamente el estado del factor que se pretende valorar. Los indicadores de impacto regularmente están representados en unidades heterogéneas, inconmensurables, por lo que se requiere transformarlos a unidades homogéneas y adimensionales para hacerlos comparables, a fin de jerarquizar los impactos y totalizar la alteración que generará el Proyecto, lo que en este caso se logró con la Matriz de Importancia, ya que el índice de importancia uniformiza los criterios.

Donde indicadores cualitativos, tienen un valor cuantitativo, y los que se utilizaron cumplen con los siguientes requisitos:

- Representatividad.- Se refiere a que es un indicador que evidencia los cambios al elemento afectado.
- Relevancia.- La información que aporta es indicativa en términos de tiempo y espacio.
- Excluyente.- Que no es repetitiva con otros indicadores, lo que prodria llevar a una sobreevaluación de algunos efectos.

- Cuantificable.- Que es medible en términos cuantitativos de requerirse.
- Fácil identificación.- que es claro y conciso.

5.1.2 Lista de indicadores de impacto.

Con la información de los capítulos anteriores, donde se describieron las acciones que se requieren para realizar el proyecto, así como los elementos relevantes del ambiente, se eligieron los indicadores para este sitio en particular. A continuación se describe el término en que se evaluó.

Tabla 42. Indicadores ambientales utilizados en la EIA.

Factor ambiental	Indicadores de Impacto
	Medio Físico
Atmósfera	**Calidad del aire** Calidad del aire expresada en términos de ausencia o presencia de contaminantes, los cuales se infieren por el tipo de actividades e insumos a utilizar, así como la concentración de polvo y partículas es suspensión, según la superficie de las zonas homogéneas y la población afectada en cada zona.
	Nivel de ruido Es el grado de bienestar en función del nivel del ruido durante el día y la noche. Es el nivel sonoro en un punto crítico y/o representativo del impacto ambiental y se determina, por los datos conocidos de la medida ponderada del nivel equivalente (Leq.dB(A) de los equipos y maquinaria a utilizar.
	Microclima Se refiere a los elementos que conforman el clima en micro escala, como el efecto albedo, humedad, insolación o sombra, entre otros, en este caso el microclima es parte del nicho de especies vegetales y animales, así como un factor de confort social. Su monitoreo es sencillo a través de la temperatura ambiente determinada en sitios específicos.

Factor ambiental	Indicadores de Impacto
Agua	**Hidrología subterránea.** Bajo este rubro se considera la contaminación a la lente de agua dulce que se ubica sobre el manto salino. Esta afectación resulta particularmente sensible en la zona debido a dos condiciones exclusivas de la Península de Yucatán que corresponden a la existencia de un sustrato calcáreo de alta permeabilidad y que el principal reservorio de agua dulce corresponde al manto freático. Por estas dos condiciones cualquier alteración representaría un impacto de consideración.
	Escorrentía superficial. En este criterio evaluaremos la escorrentía y el drenaje del agua, debido a que en esta zona la recarga de los acuíferos puede verse modificada si cambia la topografía, ya sea por la creación de barreras físicas que impidan que corra el agua sobre la superficie de forma horizontal y vertical. Este indicador se cuantifica considerando el área que será modificada, en extensión parcial y no puntual.
Suelo	**Contaminación del suelo y el subsuelo** Son los niveles de elementos extraños o no procesables en el suelo y el subsuelo que modifican su composición y con ello los procesos físicos, químicos y biológicos, naturales. **Erosión - Acreación** Este rubro se refiere al desplazamiento de la capa fértil o rica en nutrientes del suelo debido a diversos factores como la lluvia o el viento principalmente y de la formación del suelo por la acumulación de sustrato. Este indicador se determina por la inferencia de las áreas que perderán vegetación y por la modificación de la topografía del predio que modifica directamente el proceso.
	Medio Biológico
Vegetación	**Selva Mediana Subperennifolia** Se refiere al tipo de vegetación en el cual el 25% de los árboles se queda sin hojas durante la época seca y éstos llegan a alcanzar una altura media de 25 a 35m. En este tipo de selva se distinguen 3 estratos, el de 4 m a 12m, el de 12 m a 22 m y el de 22 m a 35 m. Formando parte de los estratos bajo y medio se encuentran las palmas. La especie más dominante por lo general es el zapote (*Manilkara sapota*). El indicador de impacto es la superficie que será afectada.

Factor ambiental	Indicadores de Impacto
Fauna	**Anfibios** Estos animales de lento desplazamiento que habitan en lugares húmedos son indicadores de impactos al ser muy sensibles a los cambios en la calidad del agua y a la modificación en los niveles de humedad y pérdida de sitios de refugio y reproducción. El indicador será el número de especies catalogadas como especies raras, endémicas o amenazadas que podrían ser afectadas.
	Reptiles Pa el predio en estudio se considera la órden Squamata (Lagartijas, iguanas y serpientes), que incluye especies de lento desplazamiento y se adaptan a los lugares alterados. El indicador será el número de especies catalogadas como especies raras, endémicas o amenazadas que podrían ser afectadas.
Fauna	**Aves** Las aves son organismos que requieren de sitios específicos de reproducción y alimentación por lo que son sensibles a las alteraciones en la vegetación así como a la presencia de actividades son un buen indicador ya que desciende el número de especies sensibles y aumenta el de especies más adaptables y oportunistas. El indicador será el número de especies catalogadas como especies raras, endémicas o amenazadas que podrían ser afectadas.
Fauna	**Mamíferos** Los mamíferos son un indicador sensible como el resto de la fauna ya que se evidencia el cambio en la composición poblacional, disminuyendo considerablemente el número de especies de mamíferos mayores y medianos a las modificaciones en el ambiente. Los mamíferos menores y voladores aunque más adaptables son indicadores en otra escala territorial de alteraciones en el medio y se pueden desplazar de forma rápida. El indicador será el número de especies catalogadas como especies raras, endémicas o amenazadas que podrían ser afectadas.

Factor ambiental	Indicadores de Impacto
Paisaje	**Naturalidad** Son los espacios sin modificación del paisaje en donde no se han producido actuaciones humanas y estas pueden ser: espaciales, puntuales lineales y superficiales.
	Fragilidad Es un indicador de la susceptibilidad a modificaciones antropogénicas en los ecosistemas que dependen de su estructura y naturalidad.
	Calidad paisajística Esta conformada por tres elementos de percepción: por las características intrínsecas del sitio, por la calidad visual y la calidad de fondo escénico.
	Medio Socioeconómico.
Territorio	**Cambio de uso de suelo** Son las actividades que se desarrollan en el predio que sin proyecto el uso de suelo se clasifica como natural, lo que se acerca a la mayor calidad ambiental y la capacidad de recepción del proyecto, evaluando la congruencia con el desarrollo económico y social en la zona.
	Áreas verdes Se refiere al manejo planeado, integrado y sistemático de la vegetación que contribuye al bienestar ambiental, social y económico, en este caso se evaluó, de acuerdo a la relación áreas verdes/m2 de construcción.
Infraestruc-tura	**Redes de abastecimiento básico.** Es el impacto que tendrá el proyecto en la red de abastecimiento en el área, como es el agua, electricidad y comunicaciones en cuanto a la demanda que tendrá de ellos el fraccionamiento privado de conservación Los Arboles Tulum.Y se mide en función del incremento de esta necesidad a nivel local.
	Congestión de tráfico Se evaluó el tráfico en comparación con la densidad estimada existente actualmente y con la disponibilidad de caminos.

Factor ambiental	Indicadores de Impacto
Economía	**Nivel de empleo** Este corresponde a uno de los rubros socioeconómicos más importantes, en el desarrollo de proyectos de construcción, en los cuales se requiere de trabajadores en todas sus etapas. Si bien esta característica constituye un beneficio económico para los involucrados, suele también producir afectaciones de tipo social como: migración, marginación, demanda de servicios, entre otros. La industria de la construcción representa uno de los sectores económicos más significativos de la economía de una región, por ello el fortalecimiento de esta industria corresponde a una reactivación de la economía y por ende se traduce en una fuente de empleos considerable.
	Cambio de valor de suelo El valor del suelo se incrementará de forma espectacular elevándose el valor del m^2 más de 100 veces, debido a que los terrenos con vegetación de selva, no son valorados por sus componentes naturales.
	Derrama económica En este rubro se contempla la afectación a la economía local y regional, que puede ser directa o indirectamente, por la necesidad de insumos para el funcionamiento del proyecto.

5.1.3 Criterios y metodologías de evaluación.

Criterios.

Los criterios de evaluación utilizados en la Matriz de Leopold modificada para la identificación de impacto, fueron los siguientes:

Signo.- Positivo o negativo, se refiere a sí el efecto sobre el elemento mejora en cuanto a su desarrollo natural las condiciones para continuar el proceso, o la afectación entorpece o elimina el proceso natural, respectivamente.

Magnitud.- Esta característica índica la cobertura o extensión del impacto en el área donde se desarrollará la actividad o proyecto propuesto, sobre alguna característica del medio. Las categorías y criterios con los que se evalúa son los siguientes:

Magnitud baja (1). Se considera cuando el impacto afecta o modifica ligeramente al elemento del medio sin que pierda su integridad, composición estructura o valor. La cuantificación del impacto podrá medirse cuando éste afecte del 1% al 30 % del elemento.

Magnitud media (2). Este valor de magnitud se considera cuando la afectación del impacto sobre el elemento del medio es moderada, y se conservan algunas de sus características originales; además de tener la posibilidad de recuperarse por sí mismo o mediante la aplicación de medidas de mitigación cuando el impacto sea negativo. La cuantificación del impacto podrá medirse cuando éste afecte del 31% al 60 % del elemento.

Magnitud alta (3). Un impacto llega a ser de magnitud alta cuando la modificación o afectación al elemento del medio es tal, que pierde o modifica casi en su totalidad sus características originales, y no le es posible retornar por completo a su estado natural por sí mismo o en su caso es necesaria la aplicación de fuertes medidas de mitigación. La cuantificación del impacto podrá medirse cuando éste afecte más del 60 % del elemento.

Duración.- Los criterios con los que se determina la duración del impacto que puede ser: Temporal y Permanente, esto depende del tiempo de duración del impacto y su reversibilidad, las categorías con los que se califican son los siguientes:

Impacto Temporal. Para que un impacto se considere temporal debe de tener un efecto pasajero, de manera que el elemento del medio afectado puede retornar a su condición previa una vez que cesa la acción o actividad que generó tal impacto, esto en un periodo de 10 años, este puede ser **mitigable (1), o no mitigable (2).**

Impacto Permanente. Los impactos ambientales se consideran permanentes cuando su efecto es irreversible, es decir, que el elemento del medio afectado pierde toda posibilidad de regresar a su estado previo, aún cuando cese la acción o actividad que genero tal impacto a efectos prácticos aceptamos como permanente un impacto, con una duración del efecto superior a 10 años, este puede ser **mitigable (3), o no mitigable (4).**

Importancia.- La importancia del impacto expresa la intensidad o el grado de alteración sobre el elemento del medio. Esta se calculó al multiplicar la magnitud del impacto por su duración. La importancia del impacto se valoró utilizando 3 categorías:

Importancia Baja (1-3). Cuando la acción impactante solo afecta una pequeña porción del elemento del medio, podrá cuantificarse cuando el efecto del impacto afecte al elemento de 1% al 30%, y la afectación sea puntual y mitigable.

Importancia Media (4-8). Cuando la alteración al factor ambiental es provocado en forma mas intensa, esto es del 31% al 60% del elemento, y el tiempo puede ser permanente o temporal sin mitigación.

Importancia Alta (9-12). Se considera que el impacto tiene importancia alta cuando las características propias del elemento ambiental son afectadas casi en su totalidad, más del 60% del elemento, es permanente y es poco probable la aplicación de medidas de mitigación.

Por otro lado los criterios para la evaluación en la ***Matriz de Importancia*** son los siguientes:

- **Signo**.- (+) benéfico (-) perjudicial.

- **Intensidad**.- Grado de incidencia sobre el factor, 1 a 12, este último representa la total destrucción.

- **Extensión**.- Área de influencia teórica del impacto, donde los valores asignados son 1 puntual, 2 parcial, 4 extenso y 8 total.

- **Momento**.- El tiempo que transcurre entre la acción y la aparición del efecto; inmediato y corto plazo (4), 1-5 años plazo medio (2), largo plazo más de 5 años (1).

- **Persistencia**.- Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y hasta que el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales naturalmente o mediante introducción de medidas correctoras. Fugaz menos de un año (1), temporal menos de 10 años (2), permanente más de 10 años(4).

- **Reversibilidad**.- La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales, a corto plazo (1), a medio plazo (2), si el efecto es irreversible se le asigna el máximo de 4.

- **Sinergia**.- Este atributo contempla el reforzamiento de dos o mas efectos simples, que es superior a la suma, el criterio toma valores de 1 a 4,

- **Acumulación**.- Este criterio da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto identificado, los valores van de 1 si no es acumulativo, y 4 si es acumulativo.

- **Efecto.-** Se refiere a la relación causa - efecto, es decir la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, el efecto es directo o primario (4), o secundario, indirecto (1).

- **Periodicidad**.- Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, sea cíclica o recurrente (efecto periódico), o impredecible en el tiempo (irregular), o constante en el tiempo (continuo). Los valores van de 1 en los discontinuos, 4 continuos y 2 en periódicos.

- **Recuperabilidad.-** La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medio de medidas correctoras. Se asignan valore de 1 a 8 este ultimo se asigna si el impacto es irrecuperable.

Todos los criterios van a dar el valor de Importancia del impacto.-Es decir la importancia de la acción sobre el factor ambiental, independiente de la importancia del factor ambiental.

5.1.3.1 Metodologías de Evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

Existen numerosas metodologías para la evaluación de impactos sobre el medio ambiente, que toman en cuenta los componentes natural, social y económico, algunos se declaran de utilidad universal, pero la mayoría fueron creados para situaciones y proyectos muy específicos. No existe una metodología universal ya que la situación, cambia con el proyecto, el lugar a desarrollar las tecnologías utilizadas, entre otras variables, como las posibilidades de proyecto así como los medios receptores son prácticamente infinitos, las metodologías a usar son también ilimitadas.

Las metodologías van desde las más simples a las más complejas que requieren de datos cuantitativos y programas sofisticados; la decisión sobre cual metodología utilizar se tomo basándose en los siguientes aspectos:

- Una metodología que permita identificar y evaluar los impactos ambientales,

- Que sea en lo posible independiente de la percepción personal del evaluador y sus sesgos,

- Que sea de fácil interpretación para todos los involucrados.

En el presente estudio se eligió realizar la identificación y la evaluación por medio de matrices de doble entrada, las cuales presentan la siguiente utilidad relativa (Canter, L. 1999).

Tabla 43. Utilidad relativa de las metodologías utilizadas.

	Identificación de impactos	Predicción	Interpretación	*Comunicación*	*Inspección*
Matriz de leopold (causa – efecto)	Alta	Alta	Media alta	Baja - Media	Baja
Battelle - Colombus	Alta	Alta	Alta	Baja - Media	Baja – Media

Cabe mencionar que la Matriz de Leopold se modificó, asignando valores en un rango menor, y utilizando colores para hacer más grafica su interpretación, la explicación de los criterios se realizo en el inciso anterior.

La matriz de importancia forma parte de la metodología desarrollada en Battelle – Colombus, y se recomienda para proyectos que no son tan complejos o cuyas dimensiones no ameritan desarrollar todo el método, como en este caso, donde la matriz de importancia nos brinda resultados suficientes para realizar el análisis de proyecto resaltando las acciones impactantes y los factores ambientales impactados.

a) Matriz de Leopold (modificada).

Esta matriz (Leopold, 1971), de identificación y calificación cualitativa, correlaciona a través de cuadros de doble entrada las acciones del proyecto, en sus diferentes etapas de desarrollo (preparación, construcción, operación y mantenimiento), acciones necesarias del proyecto y los elementos ambientales relevantes, en este caso se modifico la escala numérica y los términos de calificación utilizando los más adecuados y de mayor significado para las condiciones del proyecto.

En la primera parte ayuda a identificar cuales son las acciones que generaran impactos y cuales son los elementos ambientales afectados, en este caso se utilizaron colores para diferenciar los impactos positivos (verde) y los negativos (rojo), posteriormente permite calificar la interacción en términos de magnitud y permanencia.

La magnitud se refiere a su extensión, si la afectación es puntual o regional, asignando valores numéricos de 1 a 5, donde 1 es puntual y 5 regional, y 3 un valor intermedio (local), basándose en una valoración objetiva de los hechos relacionados con el impacto previsto. Por otro la permanencia se refiere a la calificación temporal de la acción impactante, que puede ser temporal o permanente, en la matriz se designan a través de letras T y P, respectivamente.

Por ultimo se designo a través de colores si el impacto es mitigable (verde) o no (Rojo), obteniendo una matriz descriptiva, permitiendo identificar las acciones y electos ambientales, que pasaran a una segunda fase de evaluación cuantitativa, donde se utiliza un mayor numero de parámetros.

Naturaleza del impacto, magnitud y duración parara obtener el valor cualitativo de la importancia del impacto, donde la importancia de una interacción está relacionada con la significancia del impacto o con la evaluación de las consecuencias probables del impacto previsto. La ventaja de esta matriz es su utilidad para la identificación de impactos y que proporciona un desarrollo visual de los elementos impactados y de las principales acciones que causan los impactos.

El primer paso considera la identificación de cada acción y su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental; el segundo paso describe

b) Matriz de evaluación de importancia.

En este caso el valor será medido a través de la importancia del impacto método descrito por Vitora Fdz. (1995), basado en el Método del Instituto Batelle-Colombus, llamado matriz de importancia, la cual consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores ambientales susceptibles a recibir impactos.

Para definir las acciones impactantes y los factores impactados se utiliza una matriz de identificación de efectos, para fines de este estudio se tomara como matriz de identificación la realizada para el diagnóstico ambiental, y todas las que fueron marcadas con afectación se utilizarán en la matriz de importancia.

Una vez identificada las posibles alteraciones, se hace una previsión y valoración de las mismas. La evaluación es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que pude ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que definen los impactos (interrelación Acción del proyecto-factor medio), es absolutamente necesaria.

La valorización cualitativa se efectuará a través de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o tipo de elemento, nos dará la idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Los elementos de la matriz de importancia identifican el impacto ambiental (Ii) generado por una acción simple de una actividad (Ai) sobre un factor ambiental considerado (Fj).

En este estadio de valoración, mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cuantitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto. Los elementos tipo, o casillas de cruce de la

matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial, más una casilla que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de la formula:

I = ± (3I+ 2EX + MO +PE+RV+ SI+ AC+EF+PR+MC)

Donde la **I** = importancia es resultado de los valores asignados a cada atributo de acuerdo a la siguiente tabla:

Naturaleza	+ -	Extensión (EX) (Area de influencia)	1 a (>4)
Sinergia (SI) (Regularidad de la manifestación)	1 a 3	Efecto (EF) (Relación causa – efecto)	1 - 4
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	1 a 3	Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)	1 a 3
Recuperabilidad (MC) (por medios humanos)	1 a 8	Intensidad (I) (Grado de destrucción)	1 a 12
Momento (MO) (Plazo de manifestación)	1 a (>4)	Reversibilidad (RV)	1 a 4
Acumulación (AC) (Incremento progresivo)			

El valor de importancia toma valores entre 13 y 100;

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir que el ambiente puede aceptarlos, sin repercusiones severas, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

Una vez que se obtiene el valor de importancia de cada casilla de cruce se realiza una valoración cualitativa de cada una de las acciones impactantes y de cada factor ambiental que ha sido objeto de impacto.

La suma algebraica del valor de importancia de cada columna nos indicara la acción más agresiva, altos valores negativos, las poco agresivas bajos valores negativos y las beneficiosas con valores positivos.

De la misma forma la suma algebraica por filas, nos indicara los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización del proyecto.

El impacto final cualitativo se obtiene de la suma de los impactos en la etapa de operación y los de las etapas de preparación y construcción que sean permanentes.

Los resultados de las sumas, pierden la cualidad cuantitativa, ya que no son resultado de la valoración de los criterios, son cualitativas, ya que el algoritmo creado para su calculo, es función del grado de manifestación cualitativa de los criterios que en el intervienen, por lo que tampoco aplican los valores de los rangos antes descritos.

Análogamente se puede decir que la importancia en la fila *j=2*, es mayor que la fila *k=1*, y deducir que *j* esta siendo agredido en mayor medida que el factor k, pero sin proporción numérica alguna, no significa que j es dos veces más impactada que k. Es importante tener presente lo anterior al interpretar la matriz resultante.

5.1.4 Evaluación y análisis de los impactos ambientales identificados.

A continuación se presenta la matriz Resultado de la evaluación del método de Leopold adaptado, descrito anteriormente, en la tabla se realiza el análisis de los valores obtenidos, resaltando los criterios que se consideraron, para una mayor claridad y comprensión de los resultados.

Matriz de identificación de impactos.

Al tratarse de un desarrollo de un fraccionamiento y conservación donde la densidad de habitantes resultante es de 1 a 2 habitantes por hectárea (calculando de 2 a 5 habitantes por vivienda), donde se asegura que el 94.65% de la vegetación se conservará, todos los impactos negativos tienen una importancia baja.

Las actividades que se desarrollan en las etapas de preparación, construcción y operación afectan en diferente medida los factores ambientales: Los impactos permanentes positivos son en su mayoría del ámbito socioeconómico, como la creación de empleos, la derrama económica para la zona para el abastecimiento de consumibles de los residentes entre otros indirectos.

En los impactos positivos se obtuvo el valor más alto, el único que resulta de categoría media, esto se debe a la significancia de la constitución de un área verde con impacto regional, donde se asegura que se conservan 481-20-61.2 has de selva mediana subperennifolia, con un área de afectación a la cobertura vegetal parcial del 3.43% y de desmonte del 1.92%, conservando un área del 94.65%.

Lo cual repercute en la conservación del paisaje y de un hábitat para la flora y fauna que actualmente habita en el área.

Matriz de identificación y evaluación de impactos del Proyecto

Fraccionamiento residencial de conservación

Los Arboles Tulum.

Tabla 44.- Descripción y análisis de los impactos en la etapa de preparación del terreno.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de preparación.
Atmósfera	Calidad del aire	Negativa Baja	La calidad del aire y los niveles de ruido actuales se verán afectados negativamente por acciones como las labores del trazo topográfico y rescate de vegetación que se realizarán en conjunto con el chapeo y desmonte selectivo de vialidades, así como la delimitación de los lotes. Estas labores se realizaran sin maquinaria por lo que se levantará poco polvo. En cada fase las dimensiones a ocupar no rebasan el 2% del total del predio por lo que la magnitud es baja, la dimensión es temporal, resultando en importancia baja.
	Nivel de ruido	Negativa Baja	
	Microclima	Negativa Baja	El microclima tendrá un impacto permanente, negativo, de magnitud e importancia baja, debido a que la remoción de la vegetación en menor al 2% de la superficie del predio en cada fase, por lo que el impacto es bajo por la sombra que brindará la vegetación circundante imperceptible.
Hidrología	Subterránea	Negativa Baja mitigable	La generación de residuos líquidos en las labores de preparación procede de los trabajadores quienes contarán con sanitarios portátiles, ante esta situación se contempló un probable impacto en el caso extremo de que algunos trabajadores no hagan uso de este. El impacto seria temporal de muy baja magnitud y de importancia baja, mitigable.
	Escorrentía superficial	Negativa Baja	La escorrentía superficial será impactada de manera permanente, negativa, con magnitud e importancia baja por el despalme, modificando la escorrentía superficial.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de preparación.
Suelo	Calidad del suelo	Negativa Baja Mitigable.	En esta etapa el único impacto probable podría ser generado por los residuos sólidos, o líquidos directamente vertidos al suelo, lo cual se evitará al contar con contenedores suficientes en todas las áreas. El efecto es puntual, temporal y mitigable.
	Erosión acreación	Negativa Baja Mitigable.	Al retirar parte de la vegetación se expone el sustrato a la erosión eólica e hídrica, el impacto en su mayor magnitud sería en el 2% del predio en cada fase, por lo que al conservar el 95% de las condiciones originales, la importancia es baja.
Vegetación	Selva mediana subperennifolia	Negativa Baja Mitigable	Durante la acción de trazo topográfico y preparación de la superficie para los caminos con la acción de chapeo y desmonte selectivo de la vegetación mediana subperennifolia donde se registraron especies protegidas, que sufrirán un impacto temporal, negativo, mitigable, de magnitud baja pero permanente mitigable de importancia media con la remoción de menos del 2% de estos elementos en cada fase. El rescate de vegetación producirá un impacto positivo, permanente, de magnitud e importancia baja, ya que se extraerán todas aquellas especies protegidas o con importancia ecológica, ornamental y cultural, las cuales se mantendrán en un vivero provisional hasta su reintroducción en el predio.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de preparación.
Fauna	Anfibios, reptiles, aves, mamíferos	Negativa Baja. Mitigable.	El impacto ocasionado a los anfibios, reptiles, aves, mamíferos y especies protegidas, por las acciones de trazo topográfico, chapeo y desmonte selectivo, a excepción de la instalación de obras provisionales será de manera permanente, el impacto resulta negativo, de magnitud e importancia baja, debido a que se eliminará una mínima parte de su hábitat, menos del 2% en cada fase. Al conservar el 94.65% de la vegetación se respetan áreas de alimentación refugio y reproducción.
Paisaje	Naturalidad, Fragilidad Calidad Paisajística.	Negativa Baja Mitigable	Por las acciones de preparación y chapeo y desmonte, se modificará sólo una mínima porción de la naturalidad del predio, y con ello la fragilidad se incrementa, disminuyendo la calidad paisajística de forma temporal, puntual, por lo que la importancia del impacto resulta baja.
Socioeconómico	Territorio		En esta etapa no existen efectos a nivel socioeconómico, ya que no se modifica la dinámica poblacional, y es una etapa de transición en del cambio de utilización del suelo.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de preparación.
	Infraestructura	Negativa Baja	En la etapa de preparación se solicitará el agua a empresas con cisternas, y se contratarán sanitarios portátiles, los cuales finalmente descargan en la planta de tratamiento más cercana, por lo que no se incrementa la solicitud de servicios municipales. Los residuos sólidos serán trasladados al sitio de disposición final Municipal autorizado por medio de servicio particular, los sólidos generados provienen de los trabajadores, ya que los restos de vegetación se triturarán para hacer sustrato orgánico. La cantidad de basura que se enviará al sitio de disposición final es irrelevante.
	Economía	Positiva Baja.	La economía local será impactada por todas las acciones de esta etapa, el impacto es temporal, positivo, de magnitud e importancia baja, ya que la movilización económica debido a la comercialización y otras actividades secundarias necesarias para el desarrollo del proyecto son pocas. El elemento empleo será afectado de manera temporal, positiva, con magnitud e importancia baja, ya que los empleos que se generen serán temporales y pocos.

Tabla 45.- Descripción y análisis de los impactos en la etapa de construcción del proyecto.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de construcción.
Atmósfera	Calidad del aire	Negativa Baja	La calidad del aire y los niveles de ruido actuales se verán afectadas negativamente por acciones como la construcción de las vialidades, y las construcciones de las viviendas, ya que con estas labores se genera polvo y partículas de los materiales que se utilizan, la maquinaria se limita a la nivelación y compactación del camino, por lo que la magnitud es baja, la dimensión es temporal (la construcción total de viviendas se calcula en menos de 10 años), resultando en importancia baja.
	Nivel de ruido	Negativa Baja	
	Microclima	-	El microclima se modificará al retirar la vegetación en la etapa de preparación del sitio, por lo que el impacto no se contempla en esta etapa. .
Hidrología	Subterránea	Negativa Baja mitigable	La generación de residuos líquidos en las labores de construcción procede de los trabajadores quienes contarán con sanitarios portátiles, se contempla un probable impacto en u8n caso extremo en que algún trabajador no hagan uso de estos. El impacto seria temporal de muy baja magnitud y de importancia baja, mitigable.
	Escorrentía superficial	Negativa Baja	La escorrentía superficial será impactada de manera permanente, negativa, con magnitud e importancia baja por las construcciones de vialidades y viviendas.
Suelo	Calidad del suelo	Negativa Baja Mitigable.	En esta etapa el único impacto probable podría ser generado por los residuos sólidos, o líquidos directamente vertidos al suelo, lo cual se evitará al contar con contenedores suficientes en todas las áreas. El efecto es puntual, temporal y mitigable.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de construcción.
	Erosión	-	En esta etapa ya no se afecta más este proceso.
Vegetación	Selva mediana subperennifolia	-	En esta etapa la vegetación ya no es afectada, ya que el área de desplante de las viviendas se contempló en la etapa de preparación, misma que se llevará a cabo, como se mencionó, de manera paulatina a lo largo de 8 años aproximadamente.
Fauna	Anfibios, reptiles, aves, mamíferos	Negativa Baja. Mitigable.	La fauna se verá afectada en esta etapa, por las labores de construcción que con el paso de trabajadores y vehículos incomodan a las especies que tienen un corto rango para soportar modificaciones en el ambiente.
Paisaje	Naturalidad, Fragilidad Calidad Paisajística.	Negativa Baja Mitigable	Por las acciones de preparación y chapeo y desmonte, se modificará en proporción menor la naturalidad del predio, y con ello la fragilidad se incrementa, disminuyendo la calidad paisajística de forma temporal, puntual, por lo que la importancia del impacto resulta baja.
Socioeconómico	Territorio		En esta etapa no existen efectos en el ámbito socioeconómico, ya que no se modifica la dinámica poblacional, y es una etapa de transición en del cambio de utilización del suelo.
	Infraestructura	Negativa Baja	No existen servicios en el predio, únicamente se utilizará el sitio de disposición final de residuos municipal de Tulum para los residuos sólidos y la planta de tratamiento de Playa del carmen por los residuos de los sanitarios portátiles, al realizarse por etapas los residuos serán pocos por lo que no se afectará a estos servicios en más del 3% de su capacidad.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de construcción.
	Economía	Positiva Baja.	La economía local será impactada por todas las acciones de esta etapa, el impacto es temporal, positivo, de magnitud e importancia baja, ya que la movilización económica debido a la comercialización y otras actividades secundarias necesarias para el desarrollo del proyecto son pocas. El elemento empleo será afectado de manera temporal, positiva, con magnitud e importancia baja, ya que los empleos que se generen serán temporales y en poca cantidad.

Tabla 46.- Descripción y análisis de los impactos en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de operación.
Atmósfera	Calidad del aire	Negativa Baja	La calidad del aire y los niveles de ruido se verán modificados por las acciones propias del fraccionamiento, como es él trafico vehicular, y el paso de los habitantes, los niveles de humo por los automotores se dispersan de forma rápida, la vegetación es una barrera que impide la dispersión del ruido a grandes distancias por lo que el impacto es puntual, permanente a lo largo de la vida útil del fraccionamiento, y es mitigado por las áreas de conservación.
	Nivel de ruido	Negativa Baja	
	Microclima	-	En esta etapa ya no se modifica el microclima al conservar el 95 % de la vegetación, este conserva la humedad y proporciona sombra.
Hidrología	Subterránea	Negativa Baja mitigable	La generación de residuos líquidos en esta etapa se debe a ocupación de las viviendas, que generan aguas residuales tipo doméstico, las cuales serán tratadas con el fin de que cumplan con la NOM-SEMARNAT-003-1996, para poder utilizar el agua para riego. El impacto es permanente, de magnitud baja y mitigable.
	Escorrentía superficial	-	En esta etapa no se incrementan los efectos negativos en la escorrentía generados en la etapa de preparación y construcción.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de operación.
Suelo	Calidad del suelo	Negativa Baja Mitigable.	En esta etapa el único impacto probable podría ser generado por los residuos sólidos, o líquidos directamente vertidos al suelo, lo cual se evitará al contar con contenedores suficientes en todas las áreas y viviendas, para su posterior traslado al sitio que designen las autoridades municipales, se promoverá la separación para trasladarlos a los sitios de acopio autorizados, El efecto es puntual, permanente y mitigable.
	Erosión acreación	-	En esta etapa no se aumentan los efectos causados por el desmonte, se llega a una etapa en la los impactos no aumentan o disminuyen, simplemente se mantienen estables.
Vegetación	Selva mediana subperennifolia	-	En esta etapa ya no se requiere retirar la vegetación, ya que la construcción de las viviendas que será paulatina se contempló en las etapas de preparación y construcción.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de operación.
Fauna	Anfibios, reptiles, aves, mamíferos	Positiva Media. Mitigable.	En este caso el impacto al comienzo de la operación si tardará más en estabilizarse ya que las poblaciones de fauna se tendrán que adaptar a la nueva dinámica del sitio, algunas se retirarán en busca de áreas más tranquilas, sobre todo los reptiles medianos y mayores. Al respetar el hábitat de los anfibios y reptiles es probable que permanezcan en el sitio, ya que al igual que las aves seguirán encontrando las especies vegetales que utilizan para alimento, refugio y reproducción. Se considera un impacto positivo por asegurar un área de conservación donde podrán habitar estas especies, la magnitud es baja, en un sentido regional, ya que representa un mínimo porcentaje del territorio, pero sería alta si se contempla la superficie total del predio, donde el 94.5% de la superficie se conserva como hábitat potencial de las especies que habitan el sitio actualmente, y que será permanente.
Paisaje	Naturalidad, Fragilidad Calidad Paisajística.	Positiva Alta	En esta etapa se llega a constituir un nuevo paisaje, con una naturalidad alta al conservar los estratos arbóreos e integrar las viviendas al ambiente natural. Por lo que la fragilidad llega a estabilizarse, y el posible impacto permanece en niveles bajos. La calidad paisajística del sitio es alta, por el concepto de construcciones amables y respetuosas de la naturaleza, se considera que el impacto es positivo al constituir u área de conservación sustentable.
Socioeconómico	Territorio	Positiva Alto	En esta etapa el uso de suelo y la tenencia de la tierra se habrá modificado a conservación y residencia, por lo que se asegura la conservación de un área de 481-690-00 has, que para ser sustentable aprovecha un área del 3.3 % para viviendas.

Factor ambiental	Elemento indicador	Importancia del impacto	Descripción y análisis de los impactos en la etapa de operación.
	Infraestructura	Negativa Baja	La infraestructura básica no requerirá de ninguna demanda de la infraestructura local, ya que como Fraccionamiento Privado, donde sus habitantes a través de una asociación civil financiarán la infraestructura y su mantenimiento en áreas comunes y la propia cada propietario, donde el abastecimiento de agua, luz a través de fotoceldas, etc., será del tipo alternativo, y cada residente elegirá el método que le convenza, siempre en apego a los lineamientos de construcción. Únicamente se utilizara el basurero de Tulum para los residuos sólidos y la planta de tratamiento por los residuos de los sanitarios portátiles, al realizarse por etapas los residuos son pocos por lo que no se afecta su capacidad.
	Economía	Positiva Baja.	En esta etapa los empleos serian permanentes en las viviendas, aunque en magnitud baja, el valor del suelo aumenta en más del 100%, y la derrama económica de los residentes es poco significativa pero acumulativa y permanente.

Matriz de evaluación de Importancia del impacto.

En la siguiente página se muestra la matriz de importancia, que contiene únicamente el valor de I= importancia, la cual se calculó como se explicó en el inciso anterior, por la fórmula:

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

Como se observa en la matriz se colorearon de amarillo los impactos negativos irrelevantes, de rojo los negativos moderados, y no se identifico ningún impacto severo o critico negativo. Los impactos positivos se marcaron de verde, en este caso la mayoría de los impactos positivos se traducen en moderados, es decir que si tienen cierta significancia y uno que se reconoce como altamente significativo, que en positivo se traduciría como altamente favorable.

En este caso para conocer los impactos por etapa se realizo el promedio de éstos y en todas las etapas los impactos negativos son muy bajos (insignificantes), los impactos positivos son moderados. A diferencia de la matriz de Leopold modificada, la matriz de importancia permite rescatar la significancia de los impactos positivos, que en esencia son la justificación para el desarrollo del proyecto.

El valor más alto se obtuvo en la etapa de operación y corresponde al hecho de conservar aproximadamente 500 has de selva mediana subperennifolia, lo que tienen un impacto como componente territorial así como en la conservación del paisaje, este impacto positivo se extiende en el ámbito regional al representar un área de conservación que busca ser sustentable.

Matriz de Importancia de la evaluación de importancia de los impactos del Proyecto

Fraccionamiento Residencial de Conservación

***Los Arboles Tulum**.*

Tabla 47.- Descripción y análisis del valor de importancia de los impactos en la etapa de preparación del proyecto Los Arboles Tulum.

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción y análisis del valor de importancia en la etapa de preparación del proyecto.
Atmósfera	Calidad del aire	Las acciones impactantes en esta etapa se deben al establecimiento del campamento, a los trabajos de chapeo y desmonte selectivo aunado a las labores de rescate de vegetación y fauna, el valor de importancia señala que el impacto es irrelevante, esto se debe principalmente a que la intensidad y extensión son bajas, la persistencia es fugaz, y regresa a sus niveles normales de forma inmediata al retirar las acciones. Los valores máximos en este factor son de –21,
	Nivel de ruido	
	Microclima	El microclima será modificado en las áreas donde se retirará la vegetación, resulta un impacto irrelevante, ya que al ser menos del 5.5% el área del predio que será desmontada, la intensidad es baja, entre las características más negativas es que será permanente, y su reversibilidad es a mediano plazo, por lo que el valor de importancia es de –22. Es de señalar que al estar el área circundada por vegetación el efecto es acumulativo en niveles muy bajos, ya que cada 2 has habrá una vivienda, por lo que el área de amortiguamiento es muy extensa.
Hidrología	Subterránea	Cabe destacar que este impacto es mitigable al 100%, y que en la evaluación se contempla como caso extremo, por lo que el impacto residual sería cero, asegurando que se tomaran las medidas pertinentes para evitar derrames de grasas o aceites, y se contara en todo momento con sanitarios en número suficiente para los trabajadores.

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción y análisis del valor de importancia en la etapa de preparación del proyecto.
	Escorrentía superficial	La escorrentía superficial es impactada al modificar la topografía del sitio y por el desmonte, el impacto es irrelevante por la baja intensidad y extensión, los criterios que aumentan el valor son la permanencia e irreversibilidad, obteniendo un valor de importancia de –22.
Suelo	Calidad del suelo	En esta etapa el único impacto probable podría ser generado por los residuos sólidos, o líquidos directamente vertidos al suelo, lo cual se evitará al contar con contenedores suficientes, distribuidos en todas las áreas. El valor aunque irrelevante es un supuesto, por que con las medidas de mitigación el impacto residual es significativamente menor al –19 que se obtuvo.
	Erosión acreación	Al retirar parte de la vegetación se expone el sustrato a la erosión eólica e hídrica, el impacto en su mayor magnitud sería en el 5.5% del predio, al conservar el 94.5% de las condiciones originales, la incidencia y extensión son bajas, el impacto es irrelevante, con un valor e importancia de –22.
Vegetación	Selva mediana subperennifolia	Durante la acción de trazo topográfico y preparación de la superficie para los caminos con la acción de chapeo y desmonte selectivo de la vegetación mediana subperennifolia donde se registraron especies protegidas, lo cual es acumulativo con la superficie a conservar. Por la extensión e intensidad el impacto es irrelevante con un valor de importancia de –24. El rescate de vegetación producirá un impacto positivo, permanente de importancia moderada, el valor de importancia aumenta al seleccionar especies de valor ecológico alto, como son todas las que estén catalogadas en la NOM-059,

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción y análisis del valor de importancia en la etapa de preparación del proyecto.
Fauna	Anfibios, reptiles, aves, mamíferos	El impacto ocasionado a los anfibios, reptiles, aves, mamíferos y especies protegidas, por las acciones de trazo topográfico, chapeo y desmonte selectivo, a excepción de la instalación de obras provisionales será de manera permanente, la extensión e intensidad son bajas, pero el valor aumenta dado que el efecto es acumulativo y sinergético. La fauna es susceptible a las modificaciones en su entorno en diferentes grados, por lo que aunque no se afecte la biodiversidad directamente si se modifica su distribución y dominancia. Al conservar el 94.65% de la vegetación de todo el predio se colabora a la protección de su hábitat, por lo que el resultado final es un impacto irrelevante.
Paisaje	Naturalidad, Fragilidad Calidad Paisajística.	En la etapa de preparación además de la afectación a la vegetación el valor de importancia mayor es hacia el paisaje, esto se debe a que aunque la intensidad es baja, la extensión es parcial, la percepción de modificación es inmediata, el efecto es permanente, lo que no se asume en la matriz por su subjetividad, por lo que sólo se podría notar un cambio en el paisaje estando en el sitio.
Socioeconómico	Territorio	En esta etapa no existen efectos a nivel socioeconómico, ya que no se modifica la dinámica poblacional, y es una etapa de transición del cambio de utilización del suelo.
	Infraestructura	En la etapa de preparación se solicitará el agua a cisternas particulares, y se contratarán sanitarios portátiles, los cuales finalmente descargan en la planta de tratamiento más cercana, por lo que no se incrementa la solicitud de servicios municipales, el valor de importancia es irrelevante. El valor de –32 se debe principalmente a que ya que se generó un residuo es un hecho irreversible, y a que es un efecto acumulativo.

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción y análisis del valor de importancia en la etapa de preparación del proyecto.
	Economía	En esta etapa la economía local es impactada positivamente por la contratación de personal, el abastecimiento de insumos en comercios locales y contratación de profesionistas regionales y pagos de permisos y autorizaciones al Municipio. El valor de importancia resulta irrelevante, debido a que la extensión e intensidad es puntual y baja, los criterios que dan un valor alto es que los empleos aunque sean temporales, serán persistentes por lo menos por 8 años, que se estima el desarrollo del fraccionamiento.

Tabla 48.- Descripción y análisis del valor de importancia de los impactos en la etapa de construcción del proyecto Los Árboles Tulum.

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción y análisis del valor de importancia en la etapa de construcción del proyecto.
Atmósfera	Calidad del aire	En la etapa de construcción el valor de importancia total es igual que en el de preparación debido a que es fugaz, y se recuperan los niveles normales al detener los trabajos, la intensidad es puntual y la extensión baja, el valor de importancia es de –19.
	Nivel de ruido	
	Microclima	En esta etapa ya no se afecta el microclima, ya que las construcciones se realizan sobre las áreas desmontadas, por lo que no hay acumulación de impactos o generación de una nueva acción impactante.

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción y análisis del valor de importancia en la etapa de construcción del proyecto.
Hidrología	Subterránea	La acción impactante identificada es la generación de residuos sólidos y líquidos, cabe destacar que este impacto es mitigable al 100%, y que en la evaluación se contempla como caso extremo, por lo que el impacto residual sería cero, asegurando que se tomarán las medidas pertinentes para evitar derrames de grasas o aceites, y se contará en todo momento con sanitarios en número suficiente para los trabajadores, el valor del impacto es irrelevante, al ser mitigable.
	Escorrentía superficial	Al construir las vialidades y viviendas, el área donde ya se modificó la topografía es cubierta por materiales con diferente permeabilidad, o impermeables, por lo que se impacta la escorrentía horizontal y vertical, Al modificar un área menor al 5.5% del total del predio el valor de importancia resultó irrelevante.
Suelo	Calidad del suelo	En esta etapa el único impacto probable podría ser generado por los residuos sólidos, o líquidos directamente vertidos al suelo, lo cual se evitará al contar con contenedores suficientes distribuidos en todas las áreas. El valor aunque irrelevante es un supuesto, por que con las medidas de mitigación el impacto residual es significativamente menor al –19 que se obtuvo.
	Erosión acreación	En esta etapa ya no se contemplo afectación a este componente debido a que no existe un impacto directo, y la modificación de la dinámica se contempla en la etapa anterior.
Vegetación	Selva mediana subperennifolia	En esta etapa ya no se registraron impactos hacia la vegetación debido a que la afectación directa se debe al chapeo y desmonte del área donde se realizarán las construcciones, contemplada en la evaluación de la etapa anterior.

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción y análisis del valor de importancia en la etapa de construcción del proyecto.
Fauna	Anfibios, reptiles, aves, mamíferos	Los trabajos de construcción, si generarán impactos hacia la fauna ya que esta es sensible al paso de los trabajadores, y de los automotores, por lo que las especies más sensibles a las modificaciones de su hábitat y buscarán otro refugio, lo que terminará afectando su distribución y con ello su dinámica a nivel comunidad.
Paisaje	Naturalidad, Fragilidad Calidad Paisajística.	En la etapa de construcción se generará un paisaje caótico por los materiales, el paso de los trabajadores y las labores en general, por las dimensiones del proyecto la extensión y la extensión es puntual, ya que al estar rodeado de vegetación no es perceptible desde otros sitios, es mitigable, por lo que el valor de importancia es de –24.
Socioeconómico	Territorio	En esta etapa no existen efectos en el ámbito socioeconómico del territorio, ya que no se modifica la dinámica poblacional, y es una etapa de transición del cambio de utilización del suelo.
	Infraestructura	En la etapa de preparación se solicitará el agua potable a cisternas particulares y se contratarán sanitarios portátiles, los cuales finalmente descargan en la planta de tratamiento más cercana, por lo que no se incrementa la solicitud de servicios municipales, el valor de importancia es irrelevante. El valor de –32 se debe principalmente a que ya que se generó un residuo que es un hecho irreversible, y a que es un efecto acumulativo.
	Economía	En esta etapa la economía local es impactada positivamente por la contratación de personal, por el abastecimiento de insumos para la construcción en comercios locales. El valor de importancia resulta irrelevante, debido a que la extensión e intensidad es puntual y baja, los criterios que dan un valor alto es que los empleos aunque sean temporales, serán persistentes por lo menos por 8 años, que se estima el desarrollo del fraccionamiento.

Tabla 49.- Descripción y análisis del valor de importancia de los impactos en la etapa de operación del proyecto Los Árboles Tulum.

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción y análisis del valor de importancia en la etapa de operación del proyecto.
Atmósfera	Calidad del aire	En la etapa de operación el valor de importancia total es mayor al de construcción y preparación debido a que será permanente y continuo, por su intensidad y extensión sigue siendo un impacto irrelevante con valor de importancia de –22.
	Nivel de ruido	
	Microclima	La operación de un fraccionamiento de este tipo no generará acciones impactantes hacia los componentes del microclima.
Hidrología	Subterránea	La acción impactante identificada es la generación de residuos sólidos y líquidos, cabe destacar que este impacto es mitigable al 100%, y que en la evaluación se contempla como caso extremo, por lo que el impacto residual sería cero, A través de los lineamientos del fraccionamiento y tomando en cuenta que la gente que elija residir en este sitio busca la conservación del ambiente, se prevé que no se realizarán acciones impactantes o que pongan en riesgo este componente.
	Escorrentía superficial	En la operación ya no existen modificaciones al terreno por lo que no se afecta este componente.
Suelo	Calidad del suelo	Al igual que el peligro de contaminación del agua, la contaminación del suelo se considera nula, por las características del proyecto que es de conservación, por lo que los residentes estarán en disposición de participar activamente en los programas de tratamiento y acopio de residuos sólidos y en un manejo adecuado de los residuos líquidos. Aunque se contempla un impacto irrelevante, lo deable será no generar impactos en este rubro.

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción y análisis del valor de importancia en la etapa de operación del proyecto.
	Erosión acreación	En esta etapa ya no se contemplo afectación a este componente debido a que no existe un impacto directo.
Vegetación	Selva mediana subperennifolia	En esta etapa ya no se registraron impactos hacia la vegetación debido a que la afectación directa se debe al chapeo y desmonte del área donde se realizarán las construcciones. En este sentido por los componentes de la matriz, se ignora un hecho importante que es la constitución de un área de conservación, que se contempla en el rubro de áreas verdes, con un valor que resultó ser el más alto y significativo, y no se retoma en este componente para no ser redundante, si es de rescatar que el impacto es significativamente positivo.
Fauna	Anfibios, reptiles, aves, mamíferos	En la operación el impacto negativo continuará por el paso de los residentes y acciones propias de un fraccionamiento, el valor que se obtuvo de –24 es de un impacto irrelevante, es importante señalar que llegara un momento en que se estabiliza y existe una nueva distribución de las especies, las más susceptibles se internaran en la selva y habrá especies que tiendan a vivir a los alrededores del camino y de las viviendas.
Paisaje	Naturalidad, Fragilidad Calidad Paisajística.	Se considera que el paisaje al estabilizarse en la operación del fraccionamiento, sé vera favorecido al encontrar una calidad paisajística alta, con viviendas acordes al ambiente natural, donde la naturalidad será alta, disminuyendo la fragilidad del sitio, capaz de absorber las acciones que se desarrollen en el predio.

Factor ambiental	Elemento indicador	Descripción y análisis del valor de importancia en la etapa de operación del proyecto.
Socioeconómico	Territorio	El cambio de uso de suelo se ve como favorable, debido a que es de conservación de un área verde extensa, y no se afecta la economía del área, ya que actualmente no se realizan actividades productivas y los ejidatarios no tienen interés en hacerlo, por lo que la conservación y un uso sustentable es una opción con un valor de importancia positivo moderadamente significativo.
	Infraestructura	Al ser un fraccionamiento sustentable existirá un programa para captación de agua de lluvia, se utilizarán tecnologías de ahorro y reciclamiento del agua. En cuanto a los residuos sólidos si se llevara a cabo un programa de separación de residuos para llevarlos a los sitios de acopio donde se venden para ser reciclados y se hará composta. Pero por la falta de infraestructura en el ámbito regional se estima que si habrá residuos que se vayan al sitio de disposición final Municipal, y al ser de forma permanente el valor aumenta a –32 que es moderado, sin tomar en cuenta las consideraciones anteriores, que no son tomadas en cuenta en la matriz.
	Economía	En esta etapa la economía local es impactada positivamente por la contratación de personal, por el abastecimiento de insumos de manera permanente, el valor de importancia es de 35. Un factor impactado en este rubro es el valor de uso de suelo, al funcionar como un área residencial de conservación, representa un uso novedoso en la región y exclusivo a nivel mundial, ya que no existen muchos sitio donde puedas hacer tu casa rodeada de selva y a unos kilómetros del mar caribe, con la condición de utilizar el diseño y tecnología amables con el ambiente.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

6.1 Descripción de la medida o programa de mitigación o correctivas por componente ambiental.

En la tabla siguiente se mencionan las medidas preventivas, mitigación, y correctivas que se proponen para cada factor ambiental de acuerdo a los impactos identificados y evaluados en el apartado anterior.

La tabla se divide en factores, elemento indicador, medida de mitigación, impacto residual, de acuerdo al valor de importancia del impacto identificado (Apartado anterior) y programa de seguimiento, en el caso que así lo requiera el elemento.

Para la verificación del seguimiento de las medidas señaladas se propone la asignación de personal técnico en materia ambiental, que forme parte del personal administrativo que verifique periódicamente el cumplimiento de los lineamientos de construcción y diseño.

Tabla 50. Medidas de mitigación impacto residual y programa de seguimiento, del proyecto Los Arboles Tulum.

Factor ambiental	Elemento indicador	Medida de mitigación	Impacto residual	Programa de seguimiento.
Atmósfera	Calidad del aire	⇨ Verificar que la maquinaria y equipo se encuentren en buenas condiciones. ⇨ En la construcción de vialidades y viviendas si es necesaria la entrada de maquinaria pesada, cerciorarse de que la empresa contratada conozca la normatividad, sobre emisiones a la atmósfera y niveles sonoros máximos permitidos. ⇨ Apegarse a un horario en los trabajos de construcción, no mayor de 8 horas, para que exista un tiempo de retorno a la normatividad en los niveles de ruido.	Irrelevante	Verificar el apego a los "*Reglamento de diseño construcción y control ambiental de Los Árboles Tulum",*
	Nivel de ruido		Irrelevante	
	Microclima	⇨ Conservar el estrato arbóreo alrededor de las vialidades, y de los accesos a las viviendas, siempre y cuando ofrezcan seguridad a los habitantes.	Irrelevante	

Factor ambiental	Elemento indicador	Medida de mitigación	Impacto residual	Programa de seguimiento.
Hidrología	Subterránea	⇨ No arrojar ningún tipo de residuos sólido o líquido directamente al suelo. ⇨ Colocar contenedores en las áreas comunes y de servicios, los contenedores serán con tapas para evitar que lleguen animales a sacar la basura. ⇨ En caso de que el sistema de tratamiento de agua residual requiera de un pozo de absorción profundo para las aguas tratadas deberá realizar el trámite ante la CNA. ⇨ Si el agua residual tratada se va a utilizar para riego verificar que cumpla la NOM-003-SEMARNAT-1996.	Irrelevante	Verificar el apego a los "*Reglamento de diseño construcción y control ambiental de Los Árboles Tulum",*
	Escorrentía superficial	⇨ Utilizar materiales impermeables en los accesos y pasos peatonales. ⇨ No formar barreras que estaquen el área a los lados del camino.	Irrelevante	Verificar el apego a los "*Reglamento de diseño construcción y control ambiental de Los Árboles Tulum",*

Factor ambiental	Elemento indicador	Medida de mitigación	Impacto residual	Programa de seguimiento.
Suelo	Calidad del suelo	⇨ Llevar a cabo las medidas propuestas para evitar la contaminación del agua subterránea antes mencionadas, además de: ⇨ No permitir que se realicen reparaciones mayores de equipo maquinaria en ninguna de las etapas. ⇨ Utilizar fertilizantes y pesticidas orgánicos, en caso de ser necesarios. ⇨ Diseñar un programa de colecta y separación de residuos, con el fin de generar la menos basura posible.	Irrelevante	Verificar el apego a los "*Reglamento de diseño construcción y control ambiental de Los Árboles Tulum",*
	Erosión acreación	⇨ El talud del camino debe estar protegido con vegetación y con un ángulo que le permita resistir las lluvias sin desgastarse.	Irrelevante	Verificar el apego a los "*Reglamento de diseño construcción y control ambiental de Los Árboles Tulum",*

Factor ambiental	Elemento indicador	Medida de mitigación	Impacto residual	Programa de seguimiento.
Vegetación	Selva mediana subperennifolia	⇨ Realizar el rescate de las especies de importancia ecológica, con las técnicas más adecuadas que aseguren la mayor sobrevivencia. ⇨ No introducir especies exóticas en las áreas verdes. ⇨ Las especies exóticas deberán ser de interior, y asegurarse de que no sean invasivas y que estén sanas libres de plagas. ⇨ Prohibir la colecta de organismos silvestres, así como el chapeo o corte fuera del área restringida para la construcción.	Positivo, por la creación de un área de conservación.	Verificar el apego a los "*Reglamento de diseño construcción y control ambiental de Los Árboles Tulum",* Hacer un catalogo de educación ambiental, que incluya la separación de los residuos sólidos, fichas técnicas de la vegetación y fauna que se encuentra en el sitio, con el objetivo que los residentes conozcan lo que están conservando.

Factor ambiental	Elemento indicador	Medida de mitigación	Impacto residual	Programa de seguimiento.
Fauna	Anfibios, reptiles, aves, mamíferos	⇨ No introducir especies exóticas, que puedan liberarse en el área. ⇨ Únicamente se permitirá la introducción de perros y estos deberán estar bajo supervisión, no podrán estar sueltos ya que pueden convertirse en predadores de especies silvestres. ⇨ El manejo de residuos debe ser adecuado, para evitar la proliferación de fauna nociva. ⇨ Los automotores deberán tener en buen estado sus escapes y motores de tal forma que no rebase los dB comunes para estos. ⇨ Prohibir en todas las etapas, la captura o caza. ⇨ En caso de detectar tala o caza, dar aviso a las autoridades y a PROFEPA.	Positivo por la conservación del hábitat.	Además de los mencionados anteriormente; Realizar monitoreos de la fauna silvestre cada 2 años, los primeros 10 años del proyecto, para verificar que la capacidad de carga no se ha rebasado, comparando los resultados con los actuales.

Factor ambiental	Elemento indicador	Medida de mitigación	Impacto residual	Programa de seguimiento.
Paisaje	Naturalidad, Fragilidad Calidad Paisajística.	⇨ Respetar los lineamientos de construcción, no rebasando la altura de la vegetación circundante. ⇨ Mantener las áreas de servicios limpias y en orden. ⇨ Evitar los diseños muy vistosos que aumenten la fragilidad del paisaje.	Positivo, por la creación de un área de conservación.	El seguimiento se da a través de lo propuesto para los anteriores componentes.
Socioeconómico	Territorio	No se detectaron impactos negativos.	Positivo, por la creación de un área de conservación.	
	Infraestructura	⇨ Solicitar a poyo al Municipio para llevar acabo el programa de separación de residuos, con el fin de que el proyecte genere la menor cantidad posible de basura.	Irrelevante	Solicitar información al Municipio de los centros de acopio autorizados.
	Economía	No se detectaron impactos negativos.	Positivo, una derrama económica permanente.	

En la sección de anexos se presenta el "*Reglamento de diseño construcción y control ambiental de Los Árboles Tulum",* donde se describen las restricciones y recomendaciones a seguir por los futuros residentes, en cumplimiento del Plan Maestro.

De la misma forma se anexa el estudio de caracterización de flora y fauna que serian la base de los monitoreos de fauna, recomendados cada dos años durante los primeros 10 años, tiempo que se estima llegara a estabilizarse la población residente y la faunística, considerando los 8 años de desarrollo paulatino del proyecto y 2 años de operación a su capacidad total.

6.2 Impactos residuales.

En la Tabla 50, se aprecian los impactos residuales, después de aplicar las medidas de mitigación, que en el caso de las positivas su valor de importancia es alto, mientras que el valor de importancia de los impactos negativos es irrelevante.

Al tratarse de un proyecto de conservación que comprende un desarrollo que le permita combinar viviendas con área de conservación autosuficiente y sustentable, los impactos originales son de baja intensidad, aunado a que el desarrollo por su concepto *building biology*, conlleva una serie de propuestas para la utilización de energía, captación de agua y tratamiento de residuos, que mitiga los impactos que podrían generarse.

7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

7.1 Pronóstico del escenario.

La tendencia actual en el área donde se propone el desarrollo del proyecto Los Arboles Tulum, es la creación de fraccionamientos de interés social, en un futuro a mediano plazo, en las colindancias se desarrollan usos de agostaderos de muy baja productividad por la escasez de suelo fértil, y la ganadería de forma conspicua.

Por ello el interés del promovente es el establecimiento de un área de conservación sustentable y la alternativa viable fue la creación de un desarrollo dentro de la selva, con un concepto *building biology*, donde los residentes vendrán con el objetivo de convivir y conservar el ambiente natural.

Por lo que pronostica que el escenario en 10 años será un área de conservación de 481-690-00 has, donde existirá un desarrollo con 191 residencias de 150 m^2, inmersas en la selva, rodeada por predios con acahuales, o por fraccionamientos de alta densidad, al tratarse de la zona conurbana de Tulum.

Por medio del proyecto se asegura que no existan asentamientos irregulares dentro del predio, que no se realice tala o caza clandestina por el crecimiento de colonias alrededor del poblado de Tulum.

7.2 Programa de vigilancia ambiental.

Se propone que durante la etapa de construcción, la cual será de forma paulatina a lo largo de 10 años, se realicen el siguiente programa de seguimiento:

1. Entregar un informe anual de avance de actividades, que incluya un plano de la situación de desarrollo actualizado del predio, comprobantes de compra del sascab en centros autorizados, así como los comprobantes de los sanitarios portátiles, comprobar que las viviendas establecidas cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales eficiente, comprobar que el desplante del área va de acuerdo con lo proyectado, que se cuenta con las autorizaciones pertinentes.

2. Solicitar a PROFEPA, una inspección anual, con el fin de corroborar lo dicho en el informe, así como el cumplimiento de los lineamientos de construcción.

3. En el informe se incluirá el monitoreo de fauna que se realizara cada 2 años.

4. En el caso de las viviendas que se vayan estableciendo, presentar los análisis de agua por un laboratorio certificado, de tal forma que puedan utilizar sus aguas para riego, de lo contrario presentar las autorizaciones ante la CNA para pozos de absorción.

Pasando los primeros 10 años los informes de actividades y monitoreos se suspenden, y el seguimiento por las autoridades seria a través de PROFEPA, solicitando una inspección de cumplimiento de lineamientos ambientales, cada año.

7.3 Conclusiones.

A través de la presente manifestación de impactos ambientales y sus diferentes capítulos, se ha descrito el proyecto y sus implicaciones ambientales, se ha hecho énfasis en lo novedoso que resulta el concepto de un fraccionamiento privado de conservación, es decir realizar un aprovechamiento que no ponga en riesgo los atributos ambientales y sociales, del predio y de la región.

Es un proyecto que permite la interacción de intereses tanto desde el punto de vista del inversionista como de la conservación, donde todos los actores sociales estarán de acuerdo en un desarrollo que realmente busca ser sustentable.

Es un proyecto que resulta positivo ambientalmente, ya que salvaguarda en una alta proporción la dinámica de los elementos naturales que la conforman, y asegura una vigilancia permanente de estas 481 has, por los propios residentes, en una zona que esta en proceso de impactos negativos, por el tipo el crecimiento su tendencia en la región.

Como se observa en los resultados del estudio forestal, el predio no tiene aptitud para ser explotado comercialmente para la obtención de madera, por lo que se observa que es factible el cambio de uso de suelo, para su aprovechamiento en una baja densidad.

Por ello consideramos que si se pretende llegar un desarrollo sostenible en el Estado de Quintana Roo se deben impulsar proyectos, que aseguren la conservación de los atributos a escala local y regional, para mantener un nivel de crecimiento paulatino de la economía de la región y del estado, anteponiendo la

permanencia de la calidad ambiental y de vida de las poblaciones presentes y futuras.

8. LITERATURA CONSULTADA.

1. CAPACCI ALBERTO, 2003, Paisaje Ordenamiento Territorial y Turismo Sostenible, Brigati, Genova. 205pp.

2. CONESA, FDEZ.-VITORA, V. 1995. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, 2ª ed., Ediciones Mundi-Presa, España.

3. GÓME, O. D. 2002. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, 2ª ed. 749 PP.

4. ESCOBAR N., A. 1986. Geografía General del Estado de Quintan Roo. Fondo de Fomento Editorial del Gobierno del Estado de Quintana Roo.

5. FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES, (FLACSO) SEDE ARGENTINA, 2004, Artículos del curso de postgrado AMBIENTE ECONOMIA Y SOCIEDAD, Cohorte: 2004-Evaluación de Impacto ambiental - 2º Edición

6. INE-SEMARNAP. 2000. Reglamento de la LEGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, 1ra ed. 47 pp.

7. INEGI antes SPP. 1983. Carta de Evado-transpiración y Déficit de Agua, Mérida. 1:1,000,000.

8. INEGI.1987. Carta Fisiográfica Mérida, 1:1,000,000.

9. INEGI.1988. Carta Hidrológica Aguas Superficiales Mérida. 1:1,000,000.

10. INEGI-SEMARNAP. 1999. Estadísticas del Medio Ambiente, Tomo I, 540 pp.

11. INEGI.1999. Condensado Estatal Quintana Roo, 1: 700,000.

12. INEGI.1999. Carta Hidrológica Aguas Subterráneas, Mérida, 1:1,000,000.

13. MOLINA, C., RUBINOFF, P. Y CARRANZA J. 1998. Normas Prácticas para el Desarrollo Turístico, de la Zona Costera de Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an A.C. Centro de Recursos Costeros, URI, 93 pp.

14. SEMARNAP-PROFEPA. 1997. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección Al Ambiente, 1ra ed.159 pp.

15. SEMARNAT- DELEGACIÓN QUINTANA ROO. 2002. Lineamientos Ambientales para Proyectos Turísticos en la Zona Costera Mexicana del Caribe. Disco compacto.

16. www.conabio.gob.mx

17. www.cna.gob.mx

18. www.inegi.gob.mx

19. www.semarnap.gog.mx

20. www.quintanaroo.gob.mx

21. www.qroo.gob.mx

9. ANEXOS.

9.1 DOCUMENTOS LEGALES PROMOVENTE.

1. Constitución de Los Árboles Tulum S.A. de C.V. mediante Escritura Publica Numero Dieciséis Mil Quinientos Cincuenta y Cuatro (16,554) del 27 junio del 2003, ante el Notario Público Número 30 de la ciudad de Cancún, Quintana Roo.

2. F.M.3 No. 1495681 de Matthew G. Shnurr, donde se le autoriza presentar los servicios como administrador único , en la empresa Los Árboles Tulum S.A. de C.V.

3. Prorroga de la F.M.3 No. 1495681 de Matthew G. Shnurr, donde se le autoriza presentar los servicios como administrador único , en la empresa Los Árboles Tulum S.A. de C.V., con fecha del 13 de mayo del 2005, con fecha de vencimiento del 17 de marzo del 2006.

4. Protocolización de un acta de asamblea general extraordinaria de accionistas de Los Árboles Tulum S.A. de C.V., mediante la cual se otorga Poder general para pleitos y cobranzas y actos de administración a favor del Sr. Rogelio Eduardo Dos Santos, mediante Escritura Publica numero mil cuatrocientos diecisiete en la Notaría 35 de la ciudad de Playa del Carmen, Quintana Roo, fechada 8 de diciembre 2003.

9.2 DOCUMENTOS LEGALES PREDIO.

1. Escritura Publica 1,477, Volumen 11°, Tomo “C”, del Contrato de Compraventa del predio denominado “Rancho Viejo”, con una superficie de 269-55-00.0 has, con la clave catastral 1081404001. Emitida en la Notaria No. 6, el 8 de julio del 2004.

5. Escritura Publica 35,043, Volumen 155, Tomo “B”, del Contrato de Compraventa de la fracción seis del predio denominado “Santa Lucia”, con una superficie de 143-14-

00.0 has, con la clave catastral 1081404008. Emitida en la Notaria No. 6, el 8 de julio del 2004.

6. Escritura Publica 35,526, Volumen 158, Tomo “D”, del Contrato de Compraventa de la fracción cinco del predio denominado “Santa Lucia”, con una superficie de 69-00-00.0 has, con fecha del 30 de agosto del 2004.

7. Notificación para deslinde del terreno denominado “Rancho Viejo”, con fecha del 6 de julio de 1987.Secretaria de la Reforma Agraria.

8. Notificación para deslinde del terreno denominado “Santa Lucia”, con fecha del 6 de julio de 1987.Secretaria de la Reforma Agraria.

9. Factibilidad del proyecto otorgado por la Dirección de Administración Urbana Municipal, mediante el oficio número DGAU/723/2003, fechado el 31 de julio del 2003.

9.3 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

9.4 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA

9.5 PROGRAMA DE RESCATE DE VEGETACIÓN

9.6 PROGRAMA DE RESCATE DE FAUNA

9.7 “PLAN MAESTRO” Y “REGLAMENTO DE DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y CONTROL AMBIENTAL DE LOS ÁRBOLES TULUM”

9.8 ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO FORESTAL PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO.

9.9 PLANOS.

- PG-1.- Plano Topográfico poligonal general.
- PG-2.- Plano de ubicación poligonal georeferenciada.
- PG-3.- Plano de conjunto y etapas del proyecto.
- PG-4.- Plano de accesos.
- PG-5.- Plano de conjunto actual.
- PG-7.- Planta tipo, valores del proyecto por lote
- E1-Plano de utilización general de uso de suelo. (Plan Maestro).
- PG-B/1.- Planta general de vegetación con el proyecto sobrepuesto.
- PG-B/2.- Planta general de vegetación.