



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

NOVIEMBRE 2019

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Índice de Contenido

CAPITULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -----¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

I.1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO-----	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
I.1.1	Nombre del Proyecto-----	¡Error! Marcador no definido.
I.1.2	Datos del Sector y Tipo de Proyecto -----	¡Error! Marcador no definido.
I.1.3	Tipo de Proyecto -----	¡Error! Marcador no definido.
I.1.4	Estudio de riesgo y su modalidad -----	¡Error! Marcador no definido.
I.2	INTRODUCCIÓN-----	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
I.3	MACROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO-----	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
I.4	DURACIÓN DEL PROYECTO-----	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
I.5	DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE-----	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
I.5.1	Nombre o razón social-----	¡Error! Marcador no definido.
I.5.2	Registro Federal de Contribuyentes del promovente -----	¡Error! Marcador no definido.
I.5.3	Nombre y cargo del representante legal -----	¡Error! Marcador no definido.
I.5.4	Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones-----	¡Error! Marcador no definido.
I.6	DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -----	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
I.6.1	Nombre o razón social-----	¡Error! Marcador no definido.
I.6.2	Registro Federal de Contribuyentes -----	¡Error! Marcador no definido.
I.6.3	Representante Legal -----	¡Error! Marcador no definido.
I.6.4	Dirección -----	¡Error! Marcador no definido.
I.6.5	Coordinador del estudio de Impacto Ambiental-----	¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO -----¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

II.1	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA-----	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
II.1.1	Naturaleza del proyecto, plan o programa-----	¡Error! Marcador no definido.
II.1.2	Justificación -----	¡Error! Marcador no definido.
II.2	UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO -----	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
II.2.1	Ubicación física-----	¡Error! Marcador no definido.
II.2.2	Dimensiones del proyecto-----	¡Error! Marcador no definido.
II.2.3	Caminos de acceso-----	¡Error! Marcador no definido.
II.2.4	Servicios requeridos-----	¡Error! Marcador no definido.
II.2.5	Inversión requerida -----	¡Error! Marcador no definido.
II.2.6	Situación legal del proyecto y tipo de propiedad-----	¡Error! Marcador no definido.
II.3	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA -----	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
II.3.1	Tipo de estructura-----	¡Error! Marcador no definido.
II.3.2	Características Geométricas-----	¡Error! Marcador no definido.
II.3.3	Volúmenes de obra-----	¡Error! Marcador no definido.
II.3.4	Perfil estratigráfico-----	¡Error! Marcador no definido.
II.3.5	Programa de trabajo -----	¡Error! Marcador no definido.
II.3.6	Representación gráfica regional-----	¡Error! Marcador no definido.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

II.3.7	<i>Representación gráfica local</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.4	PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.4.1	<i>Preparación de sitio</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.4.2	<i>Construcción</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.4.3	<i>Obras complementarias</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.5	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.5.1	<i>Circulación vehicular</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.5.2	<i>Mantenimiento y conservación</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.6	DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.7	RESIDUOS	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.7.1	<i>Residuos sólidos – urbanos (Orgánicos e Inorgánicos)</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.7.2	<i>Residuos peligrosos</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.8	GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
II.8.1	<i>Emisiones a la atmosfera</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>

CAPITULO III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES ----- *¡Error! Marcador no definido.*

III.1	PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.1.1	<i>Región ecológica 18.17 y Región ecológica 18.29</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.2	ÁREAS PRIORITARIAS DENTRO DEL SAR	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.2.1	<i>Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.2.2	<i>Región Hidrológica Prioritaria (RHP)</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.2.3	<i>Región Terrestre Prioritaria (RTP)</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.2.4	<i>Áreas Naturales Protegidas (ANPs)</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.3	PLANES SECTORIALES	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.3.1	<i>Plan Nacional de Desarrollo (PND)</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.3.2	<i>Programa Nacional de Infraestructura</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.3.3	<i>Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.3.4	<i>Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.4	LEYES FEDERALES	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.4.1	<i>Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.4.2	<i>Ley de Vías Generales de Comunicación</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.4.3	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.4.4	<i>Ley General de Asentamientos Humanos</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.4.5	<i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.4.6	<i>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.4.7	<i>Ley General de Vida Silvestre (LGVS)</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.5	REGLAMENTOS FEDERALES	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.5.1	<i>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.5.2	<i>Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
III.5.3	<i>Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre</i>	-----	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- III.6 NORMAS OFICIALES MEXICANAS----- ¡Error! Marcador no definido.
- III.7 NORMAS----- ¡Error! Marcador no definido.
- III.7.1** Normas de construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)----- ¡Error! Marcador no definido.
- III.7.2** Normas de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social (STPS)---- ¡Error! Marcador no definido.
- III.8 PROGRAMA DE DESARROLLO ESTATAL----- ¡Error! Marcador no definido.
- III.8.1** Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo ----- ¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO IV DESCRIPCION DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION --¡Error! Marcador no definido.

- IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO----- ¡Error! Marcador no definido.
- IV.1.1** Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) ----- ¡Error! Marcador no definido.
- IV.1.2** Delimitación del Área de influencia----- ¡Error! Marcador no definido.
- IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SAR----- ¡Error! Marcador no definido.
- IV.2.1** Descripción del Medio Abiótico ----- ¡Error! Marcador no definido.
- IV.2.2** Descripción del Medio biótico----- ¡Error! Marcador no definido.
- IV.3 ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO DONDE SE UBICA EL SAR. ----- ¡Error! Marcador no definido.
- IV.3.1** Población Total del Municipio y Densidad Poblacional----- ¡Error! Marcador no definido.
- IV.3.2** Desarrollo Político. ----- ¡Error! Marcador no definido.
- IV.3.3** Desarrollo Económico. ----- ¡Error! Marcador no definido.
- IV.3.4** Desarrollo Social ----- ¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ----- ¡Error! Marcador no definido.

- V.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL. - ¡Error! Marcador no definido.
- V.1.1** Identificación de impactos ----- ¡Error! Marcador no definido.
- V.1.2** Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos. ----- ¡Error! Marcador no definido.
- V.1.3** Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental Regional ¡Error! Marcador no definido.
- V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS. ----- ¡Error! Marcador no definido.
- V.2.1** Técnicas para evaluar los impactos ambientales ----- ¡Error! Marcador no definido.
- V.2.2** Criterios de evaluación ----- ¡Error! Marcador no definido.
- I.1 IMPACTOS RESIDUALES----- ¡Error! Marcador no definido.
- I.2 IMPACTOS ACUMULATIVOS ----- ¡Error! Marcador no definido.
- I.3 CONCLUSIONES----- ¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ----- ¡Error! Marcador no definido.

- VI.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN----- ¡Error! Marcador no definido.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- VI.1.1** *Medidas preventivas*----- ¡Error! Marcador no definido.
- VI.1.2** *Medidas Preventivas y de Reduccion de Impactos Ambientales* - ¡Error! Marcador no definido.
- VI.1.3** *Medidas de Restauración de impactos ambientales*----- ¡Error! Marcador no definido.
- VI.1.4** *Medidas de Reducción – Restauracion de impactos ambientales* ¡Error! Marcador no definido.
- VI.2** AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- VI.2.1** *Dentro del medio físico*----- ¡Error! Marcador no definido.
- VI.2.2** *Dentro del medio biótico* ----- ¡Error! Marcador no definido.
- VI.2.3** *Dentro del medio socio económico* ----- ¡Error! Marcador no definido.
- VI.3** DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- VI.3.1** *Medidas de mitigación por impacto ambiental* ----- ¡Error! Marcador no definido.
- VI.4** INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

CAPITULO VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

- VII.1** DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO. ----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- VII.2** DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO. ----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- VII.3** DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- VII.4** PRONÓSTICO AMBIENTAL----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- VII.5** EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- VII.6** CONCLUSIONES ----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

CAPITULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

- VIII.1** CARTOGRAFÍA----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- VIII.2** FOTOGRAFÍAS----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- VIII.3** OTROS ANEXOS----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

BIBLIOGRAFÍA----- ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

CAPITULO I

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

I.1 Datos generales del Proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

I.1.2 Datos del Sector y Tipo de Proyecto

Sector Vías Generales de Comunicación

Subsector Infraestructura Carreteras Federales

I.1.3 Tipo de Proyecto

El presente proyecto consiste en la ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO. Dicho proyecto contempla la construcción de una nueva vía general de comunicación que se constituirá como un carretera tipo “A2”, con una longitud total de 26.0 km, en el estado de Quintana Roo.

I.1.4 Estudio de riesgo y su modalidad

De acuerdo con el Artículo 145 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la construcción de Vías Generales de Comunicación no es considerada como una actividad Altamente Riesgosa por lo que para este proyecto no existe Estudio de Riesgo (ER).

I.2 Introducción

Los proyectos de infraestructura carretera producen distintos impactos al medio ambiente, por lo cual dichos efectos deben ser mitigados con el fin de minimizar su efecto.

Las evaluaciones ambientales enfatizan la identificación oportuna de problemas ambientales en el ciclo del proyecto para diseñar obras con mejoras ambientales y así evitar, atenuar o compensar los

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

impactos adversos que pueden ser producidos. El cumplimiento de los procedimientos recomendados para las evaluaciones ambientales, posibilita tratar de manera inmediata las consideraciones ambientales, reduciendo así las necesidades subsecuentes de limitar el proyecto o evitar costos y demoras que podrían surgir a raíz de problemas no anticipados.

El objetivo de la vigilancia y control ambiental es verificar si el titular del proyecto cumple con las disposiciones adscritas en las leyes y reglamentos en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación del agua, entre otras; así como verificar el cumplimiento de normas oficiales mexicanas aplicables.

El problema de construcción de la infraestructura carretera, generalmente se asocia con la idea de la fragmentación del ecosistema, el acrecentar la infraestructura vial, en el caso en concreto la construcción del nuevo libramiento carretero a Tulum, su objetivo principal es el de liberar el tránsito tanto ligero como pesado, por la localidad municipal de Tulum, que dicho nuevo cuerpo carretero sea confortable y seguro para los usuarios, puesto que el crecimiento poblacional y/o la explosión demográfica, crece a pasos agigantados en esta época, por lo cual se busca nuevas maneras de movilización, siendo este el caso, el proyecto que se presenta es una actualización de un proyecto previamente autorizado en los albores del año dos mil once, mediante resolutive S.G.P.A/DGIRA.DG.4219.11, de fecha veinte de junio de dos mil once.

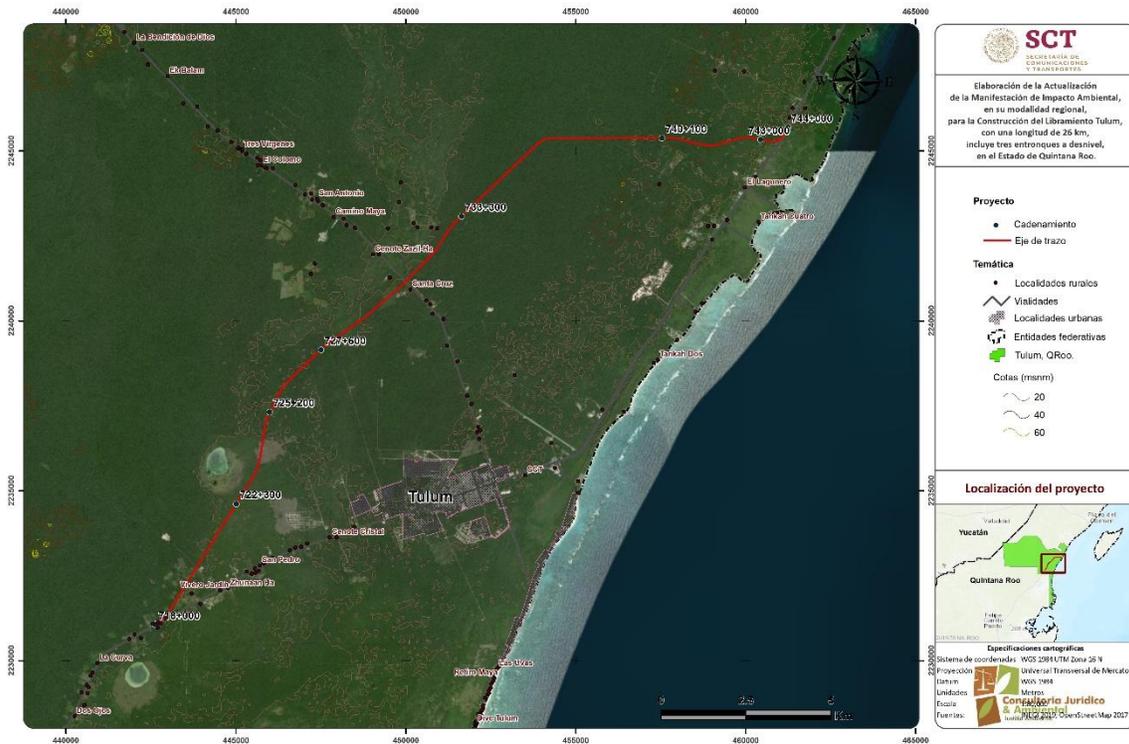
Por lo descrito se presenta a continuación la presente ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO, en una longitud de 26.0 kilómetros.

1.3 Localización del proyecto

El proyecto que se presenta se localiza en el Estado de Quintana ROO en el municipio de Tulum, iniciando en el km 0+000 al 26+000, en referencia los km 217+797 (16 Q 0442277, UTM 2230838, ALTURA 12 M), terminando en el km 243+245, de la carretera federal 307, el proyecto que no ocupa también incluye tres entronques a desnivel los cuales son entronque a (1) Carrillo Puerto, entronque (2) Coba, entronque (3) Playa del Carmen:

LIBRAMIENTO TULUM		
LIBRAMIENTO TULUM	UBICACIÓN	Km 217+797- 243+245
ENTRONQUE A CARRILLO PUERTO	TULUM	KM 217+797
ENTRONQUE A COBA	TULUM	KM 730+800
ENTRONQUE A PLAYA DEL CARMEN	TULUM	KM 243+245

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Localización del Proyecto.

1.4 Duración del proyecto

Para la ejecución del proyecto, se requerirá de un tiempo aproximado de 2 años; debido a que el inicio de actividades de la obra, está supeditado al proceso de aprobación del Estudio técnico justificativo y la licitación para la ejecución de la obra, contemplando desde la preparación del sitio hasta la etapa en la que el libramiento se encuentre terminado para la apertura al tránsito vehicular; al igual que el tiempo requerido para realizar los trámites y permisos necesarios.

Las etapas generales para la ejecución del proyecto son: preparación del sitio, construcción, abandono y limpieza del sitio y operación.

1.5 Datos generales del Promovente

1.5.1 Nombre o razón social

Dirección General de Carreteras

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Contenido

CAPITULO II	2
II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	2
II.1 Información general del proyecto	2
II. 2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.	9
II.2.1.Descripción general de la obra	9
II.2.2 Superficies	14
II.2.3. Vías de acceso al área donde se desarrollan las obras o actividades	15
II.2.4. Descripción de los servicios requeridos	16
II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas	17
II.3. PROGRAMA GRÁFICO GENERAL DE TRABAJO	17
II.3.1. Preparación del sitio y construcción	19
II.4. Programa de operación y mantenimiento	28
II.4.1. Programa de operación	28
II.4.2. Programa de mantenimiento	30
II.5 REQUERIMIENTO DE PERSONAL E INSUMOS	32
II.6 RESIDUOS	35



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

CAPITULO II

II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En el presente capítulo se realizará una descripción de las obras y actividades que se efectuarán para llevar a cabo la Construcción del Libramiento Tulum, con una Longitud de 26.0 km, Incluye Tres Entronques a Desnivel, en el Estado de Quintan Roo, el cual beneficiará a las comunidades que se localizan en el área de influencia.

El cual tiene como objetivo principal, la mejora de la infraestructura actual, creando una nueva ruta, eficiencia en el traslado de un lugar a otro, seguridad para los transeúntes de dicho Libramiento. Así mismo, por el aspecto ambiental tiene el objetivo de la protección del ecosistema y de las especies representativas que se encuentran dentro.

II.1 Información general del proyecto

El Proyecto consiste en La Construcción del Libramiento Tulum, con una Longitud de 26.0 km, Incluye Tres Entronques a Desnivel, en el Estado de Quintan Roo, obra vial, que cumplirá con las necesidades actuales dentro de la región con influencia, como lo es vialidad, integración y comunicación, el proyecto se trata de la construcción de un cuerpo carretero nuevo, que reúna las especificaciones de un tipo "A2", con una longitud de 26.0 km., contara con obras de drenaje menor y señalización, para su buen funcionamiento; apegándose a las especificaciones técnicas de las Normas vigentes de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico y Especificaciones para la construcción de caminos, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Dicho proyecto nace de la necesidad por incrementar y modernizar la red carretera del Estado de Quintana Roo, reconociendo además la importancia de unir poblaciones que están incididas por el proyecto carretero, incrementando el intercambio turístico y comercial, de una manera más ágil, ya que estos sectores se reconocen por ser de mayor importancia y trascendencia en la economía regional, local, estatal y nacional.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

II.1.2 Naturaleza del proyecto

El proyecto que se presenta se localiza en el Estado de Quintana Roo en el municipio de Tulum, iniciando en el km 217+797 (16 Q 0442277, UTM 2230838, ALTURA 12 M), terminando en el km 243+245, de la carretera federal 307, el proyecto que no ocupa también incluye tres entronques a desnivel los cuales son entronque a (1) Carrillo Puerto, entronque (2) Coba, entronque (3) Playa del Carmen:

Tabla II.1 Entronques

LIBRAMIENTO TULUM		
LIBRAMIENTO TULUM	MUNICIPIO	Km 217+797- 243+245
ENTRONQUE A CARRILLO PUERTO	TULUM	KM 217+797
ENTRONQUE A COBA	TULUM	KM 730+800
ENTRONQUE A PLAYA DEL CARMEN	TULUM	KM 243+245

Será una carretera pavimentada Tipo A2 de acuerdo a la clasificación de carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La vía de comunicación tendrá las siguientes características:

Tabla II.2 Características de la obra

Características	Dimensiones
Ancho de calzada	7 m
Ancho de corona	12 m
Acotamientos	2.5 m l
Velocidad máxima	110 km/h
Pendiente gobernadora	2%
Curvatura	2°45'

II.1.3. Objetivos y Justificación

Objetivos:

En éste contexto, entre los principales objetivos de la construcción del Libramiento Tulum destacan:

- A.** Comunicar e integrar principalmente a las localidades involucradas así como Municipios colindantes, lo que permitirá el desarrollo de estas comunidades, mediante vías de comunicación eficientes, lo que reprimirá la falta de servicios y marginación que en muchas localidades de esta zona se tiene, así mismo el flujo turístico que se registra en el Estado.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- B.** Desahogar el tránsito de vehículos en el centro de población Tulum, que al verse atravesado por la principal vía de comunicación entre Cancún y Chetumal ya presenta asentamientos considerables, provocados principalmente por vehículos de carga, que entorpecen las actividades económicas y turísticas de esa municipalidad.
- C.** Generar ahorro en tiempo de recorrido y costos de operación en tránsito de largo itinerario.
- D.** Dar eficiencia a la red carretera y por lo tanto aumentar la competitividad del país

Justificación

El reflejo de una sociedad en desarrollo y sinónimo de una civilización avanzada es la construcción de carreteras y demás vías de comunicación eficientes y seguras. Las limitaciones económicas y los escasos servicios públicos, han demorado el crecimiento en las comunidades en algunas partes del país, ya que, para hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otros consumidores es de manera lenta e insegura, así mismo el desarrollo turístico en zonas de alta importancia, el desplazamiento suele ser inseguro y muy poco eficiente.

Es por ello que el tramo carretero del Libramiento Tulum y sus tres Entronques, forma parte de un proyecto integral ya que servirá para beneficiar a las comunidades que se encuentran dentro del área a trabajar, ya que por ser una región de mucha importancia económica, el Libramiento reducirá, tiempo al convertirse en una vía más ágil y segura. Tan importante será esta vialidad que su impacto alcanzara a usuarios locales y foráneos que viajan a través de la carretera federal 307 Cancún-Chetumal, facilitando así mismo el tránsito, ya que será con mayor seguridad el paso a los vehículos vecinales en el centro de la población de Tulum.

Tulum es un municipio que se fundó el 13 de marzo del 2008 y es el noveno lugar que forma parte del estado de Quintana Roo, se localiza en la parte centro-norte del estado. Territorialmente limita en la parte norte con el municipio de Solidaridad, al sur con Felipe Carrillo Puerto, en la región del este con el municipio de Valladolid, perteneciente al estado de Yucatán. De acuerdo al mapa de la República Mexicana, Tulum se localiza entre los paralelos 20° 12' 43" latitud norte y entre los meridianos 87° 27' 57" longitud oeste, respecto al meridiano de Greenwich.

Es por ello que Tulum, funge como un sistema de enlace regional, entre las zonas más desarrolladas al Norte y al Sur, con la región Maya, siendo la carretera federal 307 la columna vertebral del sistema carretero de la región. De acuerdo al análisis estatal, en el corto, mediano y largo plazo, Tulum, tiene el papel de nodo de enlace por su ubicación estratégica, se constituye como uno de los centros integradores regionales, junto con el municipio de Solidaridad, ya que se ubican en la parte central del estado, pertenecen a la región Caribe Norte y es el acceso desde el Sur a la región denominada Riviera Maya. Los escenarios propuestos para el centro de población de Tulum, señalan que se impulsa el desarrollo regional, fomentan el ecoturismo, el conocimiento de la cultura y el cuidado al medio ambiente. Se pretende que Tulum sea el centro distribuidor y la entrada a la zona Maya, razón por la que requiere de vialidades eficientes que distribuyan la circulación vehicular de manera



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

adecuada, permitiendo que aquellos que no tienen como destino final la ciudad de Tulum, puedan evitar entrar al centro de población y con ello mantener una velocidad constante y fluida y quienes visiten el destino turístico o vivan y/o trabajen en el, puedan hacerlo con facilidad y mayor seguridad.

El gobierno municipal señala que la estructura vial de Tulum ya es insuficiente, toda vez que el trazo de la carretera 307 atraviesa por el centro de población, este tramo ya está catalogado como un punto conflictivo para la circulación vehicular, por lo que el desahogo de esta arteria redundaría en mejores condiciones de desplazamiento para quienes tienen que transitar por esta zona. La Riviera Maya requiere del abasto de insumos para los servicios de hospedaje, alimentos y actividades turísticas y ecoturísticas, estos provienen de centros de abasto del Norte y Sur del estado, por lo que la agilización de vías de comunicación es impostergable. Asimismo se proyecta la instalación de clusters de manufactura, para generar nuevas fuentes de empleo y será necesario hacer llegar insumos y distribuir los productos. De acuerdo al PDU-Tulum y las proyecciones de CONAPO para 2030 la población total de Tulum estará cerca de los 181,250 habitantes, ya que la tasa media de crecimiento anual para esta localidad ha ido del 17% al 14.9 % e ira en decremento hasta estabilizarse en alrededor del 5.7%, Sin embargo aún con esta disminución las tasas se mantienen muy por encima de la media estatal y nacional. El crecimiento urbano estará especialmente influenciado por el aumento de la atracción de inversiones turísticas y el incremento, de manera significativa, del ecoturismo, ligado a una política para su captación. Los instrumentos de planeación estatales y locales consideran que se necesitará incorporar 2,919.43 Ha para la construcción de vivienda y equipamiento y 1,700 Ha más para el crecimiento ecoturístico y turístico. Asimismo en los próximos 20 años se requerirá la construcción de 45,313 viviendas para satisfacer la demanda proyectada. La infraestructura hotelera también se incrementará ya que está prevista la construcción de nuevos cuartos de hotel en un rango de hasta 15,640 que sumados a los 1,235 existentes sumarán 16,874. Todo este crecimiento que tiene como antecedente el acelerado desarrollo de Playa del Carmen, permite visualizar la necesidad de incrementar la red carretera, como una medida de planeación urbana, que considere las condiciones ambientales y la biodiversidad de la región. En la actualidad el TDPA (veh/día) en la autopista de Cancún-Chetumal, es de 5,610 veh/día y se incrementará hasta llegar a 15,000 veh/día; de acuerdo a lo publicado por la SCT, se calcula que el proyecto distribuirá el tránsito, ya que se repartirá entre foráneos (utilizarán el libramiento), locales y turismo que usarán el trazo actual.

Este libramiento vendría a formar parte del corredor regional longitudinal 14 (Fig. II.1), denominado "Peninsular de Yucatán" así como del corredor turístico Cancún – Riviera Maya, mismos que permiten la transportación de personas y mercancías, entre las ciudades localizadas sobre el eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa y que conecta con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso, así como con la frontera Sur, lo que favorece la inserción en el sistema urbano nacional y los ejes de crecimiento económico del país. De igual manera se facilitará el tránsito rumbo a ciudades importantes en el ámbito comercial y turístico, como las que integran la Riviera Maya. La trayectoria seleccionada cruza íntegramente por el municipio de Tulum, por los ejidos Jacinto Pat y Tulum. El trazo del libramiento rodea la zona de crecimiento establecida en el PDU para evitar que el tránsito que se mueve entre Cancún y Chetumal (así como puntos intermedios) cruce la zona urbana cuya tasa de crecimiento está muy por encima de la media nacional.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

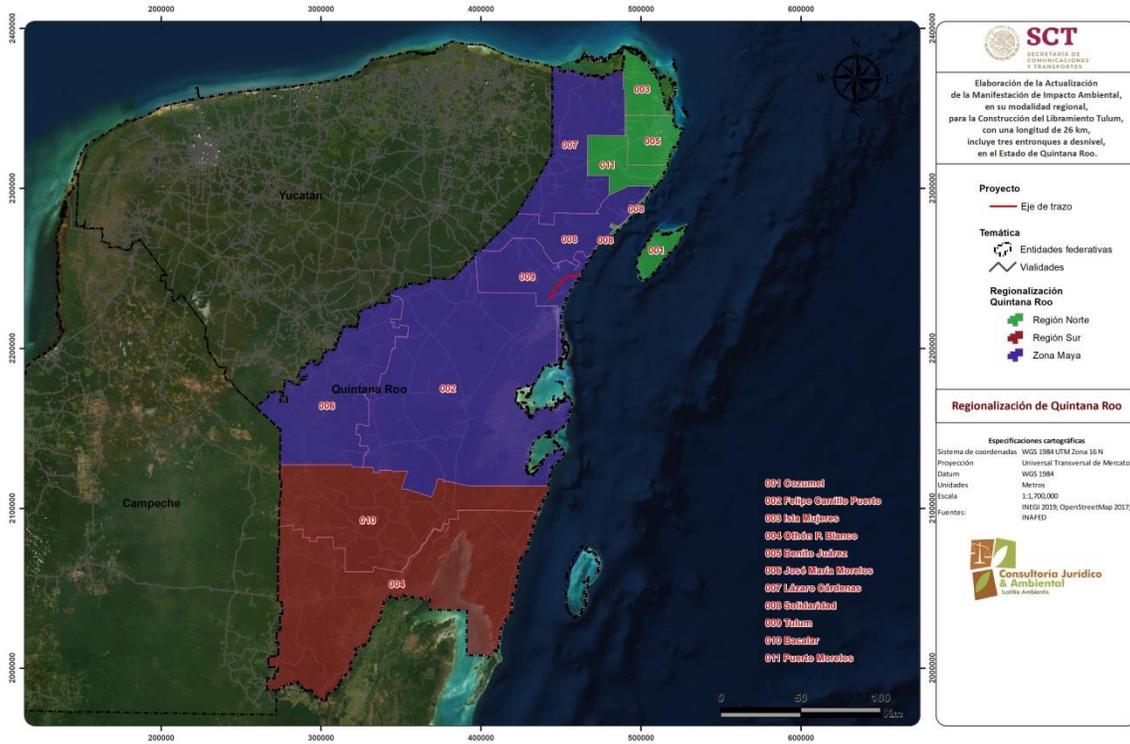


Figura II. I. Regionalización del proyecto.

II.1.1.3 Ubicación física del proyecto

El tramo se asienta en el Estado de Quintana Roo, en los terrenos de 8 localidades pertenecientes a 2 ejidos del municipio de Tulum, Ejido Tulum y Ejido Jacinto Pat. (fig. II. 2).

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

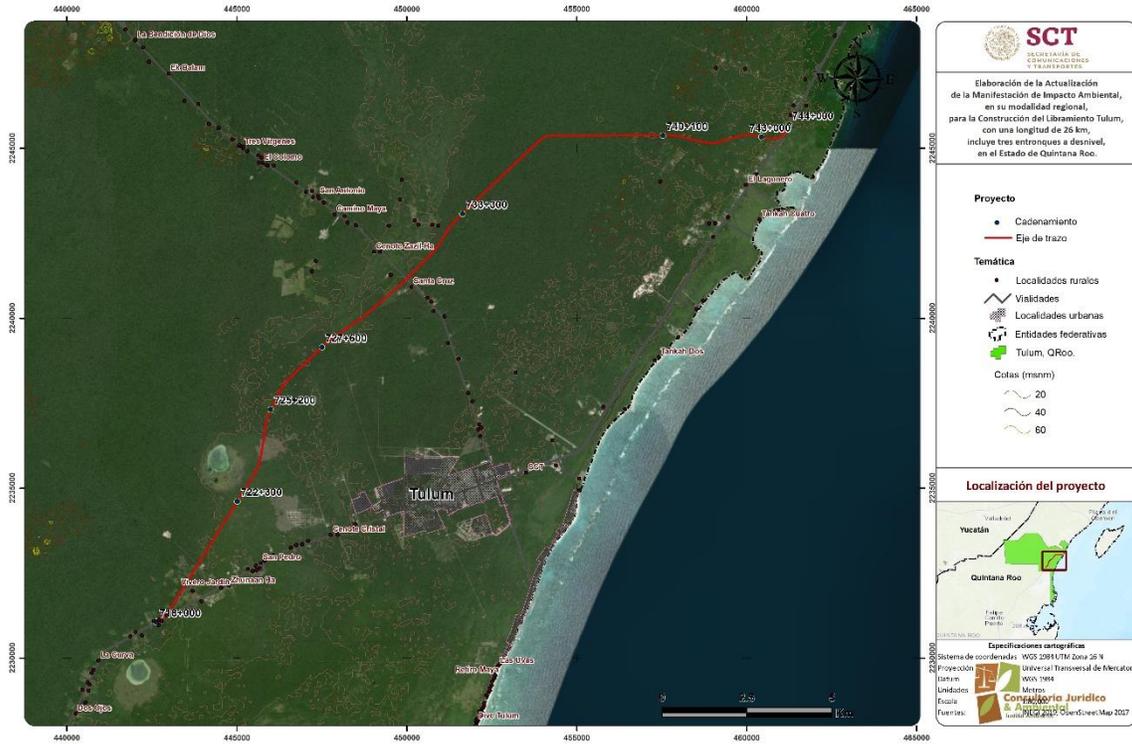


Figura II. 2. Localización del Proyecto.

Se presentan las coordenadas UTM correspondientes a la zona I6Q, en la proyección WGS84 (Tabla II.3).

LIBRAMIENTO		
Descripción	X	Y
Km 0+000	461084	2245454
km 0+500	460753	2245110
km 1+000	460255	2245090
km 1+500	459755	2245083
km 2+000	459255	2245080
km 2+500	458755	2245080
km 3+000	458255	2245074
km 3+500	457755	2245063
km 4+000	457255	2245057
km 4+500	456755	2245058
km 5+000	456261	2245007
km 5+500	455773	2244899

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

km 6+000	455284	2244793
km 6+500	454796	2244686
km 7+000	454307	2244579
km 7+500	453819	2244471
km 8+000	453421	2244175
km 8+500	453033	2243859
km 9+000	452649	2243539
km 9+500	452272	2243212
km 10+000	451887	2242892
km 10+500	451502	2242573
km 11+000	451118	2242254
km 11+500	450740	2241927
km 12+000	450352	2241611
km 12+500	449966	2241293
km 13+000	449579	2240976
km 13+500	449194	2240657
km 14+000	448817	2240329
km 14+500	448455	2239984
km 15 +000	448091	2239641
km 15+500	447727	2239299
km 16+000	447365	2238954
km 16+500	447005	2238606
km 17+000	446640	2238265
km 17+020	446625	2238251
km 17+040	446611	2238238
km 17+060	446596	2238224
km 17+500	446309	2237901
km 18+000	446079	2237457
km 18+500	445829	2237024
km 19+000	445592	2236584
km 19+500	445351	2236146
km 20+000	445215	2235668
km 20+500	445122	2235177
km 21+000	444968	2234710
km 21+500	444674	2234305
km 22+000	444382	2233900
km 22+500	444096	2233490

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

km 23+000	443810	2233079
km 23+500	443521	2232671
km 24+000	443231	2232264
km 24+500	442938	2231859
km 25+000	442657	2231445
km 25+500	442366	2231039
km 25+520	442353	2231023
km 25+840	442146	2230779

II.1.1.4 Inversión requerida

Este proyecto contempla la construcción de una obra nueva con una longitud de 26 Km, que corresponderá a una carretera pavimentada de Tipo A2. La inversión aproximada requerida para la ejecución del proyecto depende directamente de acuerdo a la inversión requerida y autorizada por la SHCP misma que deberá de ser erogada el año entrante, esta cantidad puede variar por modificación de inversión sin previo aviso después de realizado el presente estudio. La inversión requerida se estima del orden de \$972'098,000.00 (NOVECIENTOS SETENTA Y DOS MILLONES NOVENTA Y OCHO MIL PESOS 00/100 M.N)

II. 2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

II.2.1.Descripción general de la obra

Se trata de la construcción de una carretera de 2 carriles de circulación de 3.5 m (1 para cada sentido), y acotamientos a ambos lados de 2.5 m cada uno. La construcción de la carretera se llevará a cabo en una sola fase de construcción mediante dos frentes de trabajo. La carretera final tendrá como sección transversal de la vialidad los siguientes elementos y sus dimensiones:

2 cuerpos de circulación de 7 m de calzada, 2 acotamientos de 2.5 m lo que da un ancho de corona de 12 m; se construirán cunetas revestidas junto a los cuerpos (Figura II.3).

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

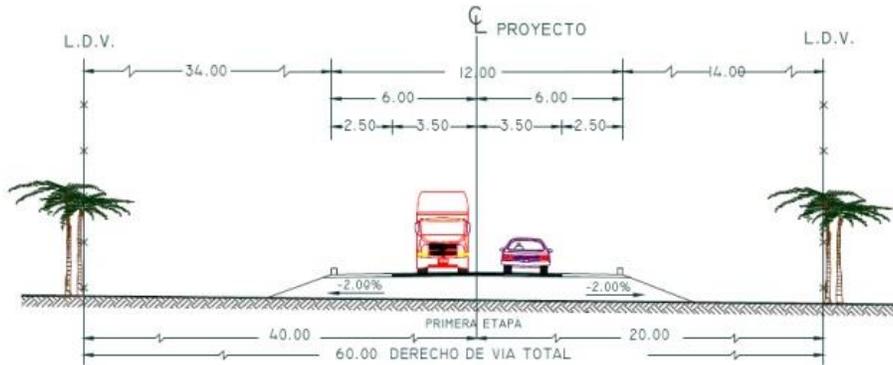


Fig. II.3 Sección tipo de obra.

Las actividades que se llevarán a cabo serán:

Preparación del sitio, que consiste en desmontar (árboles y arbustos) y despallar.
 Construcción, que consiste en excavar y nivelar el terreno; tendido de subrasante, bases y carpeta asfáltica; construcción de obras de drenaje y señalización.

Se construirán 3 entronques a desnivel:

Tabla II.4 Ubicación de entronques.

LIBRAMIENTO TULUM		
ENTRONQUE	MUNICIPIO	KM
ENTRONQUE A CARRILLO PUERTO	TULUM	KM 217+797
ENTRONQUE A COBA	TULUM	KM 730+800
ENTRONQUE A PLAYA DEL CARMEN	TULUM	KM 243+245

En los tramos que se presentan en la Tabla II.3, se construirán puentes sobre pilotes para favorecer se siga dando el movimiento de fauna y evitar afectar el movimiento de gametos de las zonas húmedas que atraviesa el trazo (MM5, Capítulo VI).

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla II.5. Ubicación de estructuras para paso de fauna

Cadenamiento	Tipo de Obra
km 3+420 al 3+460	Puente de 40m de ancho de luz por 3m de alto para el cruce de especies medianas y grandes de amplia movilidad en regiones inundables
km 0+750 al 0+790	Puente de 40m de ancho de luz por 3m de alto para el cruce de especies medianas y grandes de amplia movilidad en regiones inundables
km 15+020 al 15+060	Puente de 40m de ancho de luz por 3m de alto para el cruce de especies medianas y grandes de amplia movilidad en regiones inundables
km 19+860 al 19+920	Puente de 60m de ancho de luz por 3m de alto para el cruce de especies medianas y grandes de amplia movilidad en regiones inundables
km 19+940 al 20+000	Puente de 60m de ancho de luz por 3m de alto para el cruce de especies medianas y grandes de amplia movilidad en regiones inundables
km 20+100 al 20+180	Puente para el cruce de especies migratorias en regiones inundables con una extension de 80m de ancho y 3 m de alto
km 20+220 al 20+300	Puente para el cruce de especies migratorias en regiones inundables con una extension de 80m de ancho y 3 m de alto
km 20+330 al 20+410	Puente para el cruce de especies migratorias en regiones inundables con una extension de 80m de ancho y 3 m de alto

Debido a que en estructuras inundadas y con corriente intermitentes, es poco probable que los animales pasen; el área hidráulica deberá estar sobrada, es decir, el tamaño de la estructura (ancho) será mayor a lo requerido por el cauce, de esta forma se disminuirá la profundidad conservándose franjas secas en ambos o en uno de los extremos (Figura 4), si esto no es posible, se colocarán plataformas de concreto (Figura 5), así como sus rampas de entrada, las cuales se mantendrán secas para que los animales puedan pasar.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Figura II.4. Obra hidráulica con franjas secas para el paso de la fauna



Figura II.5 Plataformas de concreto

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Es importante mencionar que técnicamente las obras de drenaje menor pueden funcionar como pasos de fauna siempre que reúnan las características necesarias, es decir; que el tamaño, la forma, ubicación y vegetación presente sean las adecuadas; las obras propuestas para el proyecto reúnen tres de las cuatro características mencionadas por lo que una vez realizada la reforestación cercana a las obras de drenaje y dentro del derecho de vía, además de evitar la erosión y deslaves, se reunirán las cuatro características requeridas para que las obras de drenaje funcione potencialmente como paso de fauna y puedan ser utilizadas por mamíferos, anfibios y reptiles siempre que los escurrimientos superficiales intermitentes posibiliten el paso; es importante señalar que la actividad relativa (AR) de mamíferos y reptiles disminuye en época de lluvias, momento en que las obras de drenaje cumplen con la función de dirigir y drenar los causes intermitentes, por lo que se espera que su uso como paso de fauna disminuya en éstas épocas.

Tabla II.6 Se muestran las obras de drenaje a realizar en el trazo del proyecto.

CADENAMIENTO	TIPO	LONGITUD DE OBRA	EXCAVACION		LONGITUD DEL TUBO	ESVIAJE	CORRIENTE
			B	C			
	m	m	m ³	m ³	m		
0+850	TUBO Ø 1.20	11.942	47.710	20.450	12.000	19°43'00" IZQ	intermitente
1+250	TUBO Ø 1.20	13.799	112.410	48.180	14.000	21°19' DER	intermitente
1+896	TUBO Ø 1.20	17.748	33.060	14.170	18.000	08°09' IZQ	intermitente
3+100	TUBO Ø 1.20	21.030	115.740	49.600	22.000	17°13' DER	intermitente
6+850	TUBO Ø 1.20	30.412	198.020	84.860	32.000	RADIAL	intermitente
10+356	TUBO Ø 1.20	25.657	73.490	31.490	26.000	16°43' IZQ	intermitente
12+200	TUBO Ø 1.20	19.769	29.210	12.520	20.000	10°10' DER	intermitente
15+100	BOVEDA 1.50	11.808	45.290	19.410	12.000	18°21' DER	intermitente
17+200	TUBO Ø 1.20	13.303	118.560	50.810	14.000	NORMAL	intermitente
19+100	TUBO Ø 1.50	23.490	75.200	32.230	24.000	14°57' IZQ	intermitente
21+100	TUBO Ø 1.20	22.957	116.460	29.120	24.000	30°28'23" DER	intermitente
21+800	TUBO Ø 1.20	15.363	117.250	29.310	16.000	RADIAL	intermitente
22+300	TUBO Ø 1.20	15.193	163.940	40.980	16.000	15°33'26" DER	intermitente

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

24+100	TUBO Ø 1.20	32.080	117.650	29.410	34.000	28°9'17" DER	intermitente
25+900	TUBO Ø 1.20	25.355	88.910	22.230	26.000	15°19'45" DER	intermitente

Mantenimiento: Limpieza de carpeta asfáltica, obras de drenaje, área central y derecho de vía; cambiar señalamiento y pintura; y cada que se requiera un reencarpetado o bacheo.

En cuanto a la estructura de terracerías y pavimento serán construidas de acuerdo a las Normas de construcción de la SCT

II.2.2 Superficies

En la Tabla II.7 se presenta el desglose del área que se afectará debido a las obras de construcción del proyecto.

Actividad	Superficie (Ha.)	Porcentaje del derecho de vía
<u>Permanentes</u>		
Derecho de vía	196.2	100
Desmante	39.61	20.19
Despalme	55.59	28.33
Área entre línea de ceros (incluye entronques)	56.60	28.85
Nivelaciones	55.59	28.33
Entronque a desnivel	4.06	1.01
PIV,PSFC y/o para ganado y personas	Queda contemplado dentro del área entre ceros	
<u>Obras Provisionales</u>		
Bancos de tiro	23.6	2.3
Banco de material	Se rentará un terreno de 6,000m ² para colocar el material de forma temporal y utilizarlo posteriormente para las obras de reforestación.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

	Los materiales a utilizar, únicamente provendrán de sitios autorizados.

II.2.3. Vías de acceso al área donde se desarrollan las obras o actividades

El trazo entronca de manera inicial y final, con la carretera federal No. 307, la construcción se realizará directamente por el frente de obra utilizando para su acceso el trazo en operación; así mismo se utilizará el entronque con la carretera a Coba y las brechas que se ubican cercanas a la comunidad de Roberto Canché y Tres hermanos, por lo que no será necesario apertura de caminos de acceso nuevos, la colocación de la estructura se realizará por el frente de obra y en caso de que la constructora requiera de algún camino de acceso para hincado de los soportes, tendrá que presentar su manifiesto de impacto ambiental para dichos caminos de acceso, al igual si se requiriera atacar algún banco sin explotación comercial (Figura II.2). No obstante, en la MMI (Capítulo VI), se señalan las restricciones, políticas y áreas donde pueden ser construidos, caminos de acceso, en caso de que la empresa constructora decida que los requiere para colocar apoyos de las estructuras, pero deberá sujetarse a dicha medida y/o presentar la MIA correspondiente a los accesos, para su evaluación.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

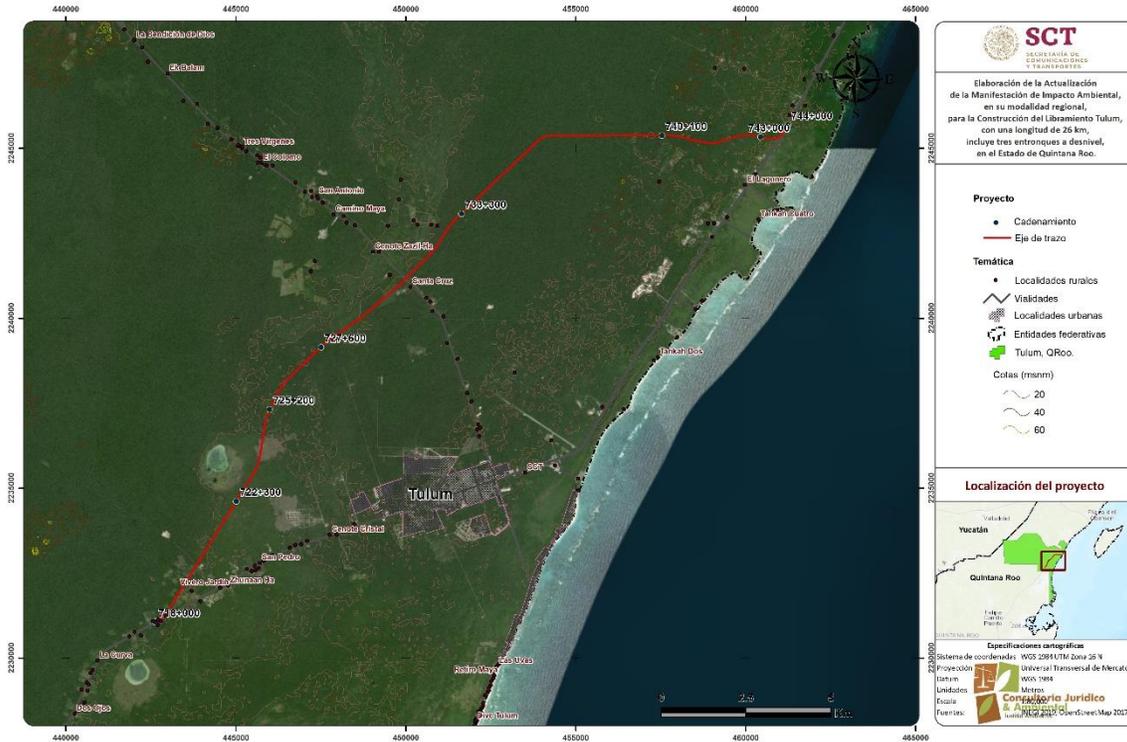


Figura II.2 Acceso para la construcción (VIALIDADES)

II.2.4. Descripción de los servicios requeridos

Electricidad

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, ocupados en algunas obras de drenaje, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna que requerirán de un sistema con potencia de 2,500 watts. El voltaje será de 220 voltios.

Combustibles

El combustible a utilizar será gasolina y diesel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción se abastecerá de combustible en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte del mismo hasta donde la maquinaria o dispositivo lo necesite. El combustible se dotará en alguna de las gasolineras próximas a Tulum. Por lo cercano del trazo a las gasolineras, se consideró, no necesario el almacenaje de



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

combustibles, no obstante para abastecer la maquinaria fija será necesario su transporte. Con base en el reglamento de PEMEX, el reglamento de Transporte Terrestre de la SCT, a la NOM-001-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 y a la LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es de 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX, adicionalmente los lugares de expedición sólo podrán surtir tambos de 55 galones y se recomienda que hasta un máximo de tres días de operación para minimizar condiciones de riesgo por conflagraciones, puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles. Los volúmenes requeridos en esta etapa del proyecto serán de aproximadamente 9,254 barriles de diesel y 4,583 barriles de gasolina, que se suministrarán de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga durante el avance de obra.

Requerimientos de agua

Se requerirá de agua cruda para la construcción (riegos, mezclas, etc.), el agua cruda se abastecerá por medio de carro tanque. El agua potable se hará llegar a los frentes de trabajo en garrafones de plástico de 20 l para el uso de los trabajadores. Se estima que durante la construcción se requerirán del orden de 4 garrafones, según demanda diaria.

II.2.5. Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas.

Dentro del proyecto, no será necesario la construcción de caminos de acceso, ya que el acceso a los frentes de obra, será por la misma vía en construcción, por su entronque con la carretera N°307, y su entronque con la carretera a Coba, así mismo se localizan brechas cercanas a las localidades cercanas a la obra, como lo es Roberto Canché y Tres Hermanos.

El personal que laborara en obra, se considera sea local en su mayor parte por la cercanía a los Municipios de Tulum y Playa del Carmen, así mismo por contar con mano calificada y proporcionar trabajo temporal a la población cercana.

Instalación de sanitarios portátiles, un baño portátil en cada frente de trabajo, un baño por cada 15 personas, colocado sobre el derecho de vía (el servicio de sanitarios portátiles será contratado a través de empresas especializadas para tal fin).

II.3. PROGRAMA GRÁFICO GENERAL DE TRABAJO

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Parte fundamental del desarrollo de la manifestación de impacto ambiental, es el análisis puntual de cada una de las actividades que forman parte del proyecto, este análisis permite realizar la identificación de los impactos ambientales generados al interrelacionar las acciones con las características ambientales de la zona de incidencia.

En este apartado se presenta el programa de trabajo en el cual se contempla las diferentes actividades operativas que integra el proyecto global.

La duración estimada del proyecto para las etapas de preparación del sitio y construcción es de 24 meses. Esta duración puede sufrir variaciones ya que la inversión requerida y autorizada por la SHCP misma que deberá de ser erogada el año entrante, puede variar por modificación de inversión, para lo cual en todo caso se solicitaría una modificación del calendario de actividades.

Tabla II.8 Calendario de actividades

ACTIVIDADES	BIMESTRES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MM1. Lineamientos para el trazado y diseño de la obra en campo, así como, puntos que deberá cumplir la empresa constructora, su personal y la supervisión													
MM2. Programa de protección y conservación de fauna													
MM3. Programa de rescate y reubicación de flora													
Desmante													
Despalme													
MM4. Programa de conservación y restauración de suelos y manejo de residuos derivados de la preparación del sitio y construcción													
Nivelaciones													
MM5. Construcción de pasos de fauna y cercado de la vía, para favorecer rutas de movimiento													
PIV y de ganado													

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

En la MM5, se planteó la construcción de 8 estructuras para el cruce la fauna silvestre de un lado al otro del trazo. Dichas estructuras son puentes construidos con losas y cimentados en paredes o pilotes según señale el estudio geofísico (para su cimentación). Se eligió el sitio de construcción de estructuras porque en la caracterización de la fauna, se identificaron rutas de fauna grande y mediana, que el trazo atraviesa, por lo que las estructuras se proyectan en estos puntos y su fin es no interrumpir las rutas de movimiento establecidas. Además de las estructuras, también se colocarán losas en diferentes puntos del Libramiento, para el paso de fauna de mediana a pequeña, en la Tabla II.9 se presenta sus dimensiones y ubicación.

Tabla II.9 Losas para el paso de fauna mediana y/o pequeña

Cadenamiento	Ubicación	Tipo de obra
Libramiento		
km 0+880 al 1+200	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 3 losas.
km 2+200	Libramiento principal	Se colocara una losa para vertebrados de talla media y grande de 3.0m de ancho por 3.0m de altura
km 2+780 al 3+100	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 2 losas.
km 3+900 al 4+200	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 3 losas.
km 4+120	Libramiento principal	Se colocara una losa para vertebrados de talla media y grande de 3.0m de ancho por 3.0m de altura
km 5+000 al 5+300	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 3 losas.
km 6+480	Libramiento principal	Se colocara una losa para vertebrados de talla media y grande de 3.0m de ancho por 3.0m de altura
km 6+660 al 7+000	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 3 losas.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

km 7+220 al 7+720	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 5 losas.
km 8+190	Libramiento principal	Se colocara una losa de 1.0m de ancho por 0.50 m de altura
km 8+820	Libramiento principal	Se colocara una losa para vertebrados de talla media y grande de 3.0m de ancho por 3.0m de altura
km 9+480 al 10+000	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 5 losas.
km 10+800	Libramiento principal	Se colocara una losa para vertebrados de talla media y grande de 3.0m de ancho por 3.0m de altura
km 11+200 al km 11+800	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 6 losas.
km 13+640	Libramiento principal	Se colocara una losa para vertebrados de talla media y grande de 3.0m de ancho por 3.0m de altura
km 13+700 al km 13+900	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 2 losas.
km 14+260 al km 14+480	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 2 losas.
km 14+700 al km 15+040	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 3 losas.
km 15+060 al km 15+ 420	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 3 losas.
km 16+360 al km 16+680	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 3 losas.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

km 17+280	Libramiento principal	Se colocara una losa para vertebrados de talla media y grande de 3.0m de ancho por 3.0m de altura
km 17+900 al km 18+200	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 3 losas.
km 19+580 al km 21+500	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 200m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 5 losas.
km 21+760	Libramiento principal	Se colocara una losa para vertebrados de talla media y grande de 3.0m de ancho por 3.0m de altura
km 23+050	Libramiento principal	Se colocara una losa de 1.0m de ancho por 0.50 m de altura
km 24+840 al 25+080	Libramiento principal	Se colocara una losa cada 100m sobre el trazo con dimensiones de 1.0m de ancho por 0.50m de altura. 2 losas.

Las excavaciones para las losas que funjan como pasos de fauna (Tabla II.8), se ejecutarán hasta el nivel de desplante que se indica en el proyecto o el que se indique a juicio de la supervisión con una capacidad de fatiga del terreno natural de 1.80 kg/cm²; para ello deberá afinarse la excavación para recibir los elementos estructurales del proyecto ejecutivo.

El material producto de la excavación se aprovechará para el arroyo de la misma losa.

Los rellenos que se ejecuten para la protección de las losas apoyadas en estribos podrán construirse con materiales procedentes de las excavaciones y/o de los bancos para la construcción de las terracerías, compactando por capas de 20 cm en ambos lados de la obra hasta alcanzar como mínimo el 90% de su P.V.S.M. de laboratorio. La mampostería para la construcción de los estribos de las losas, muros de cabeza y muros de contención serán de 3ª clase y se construirán con piedra del banco indicado juntada con mortero de arena - cemento en una proporción de 1:5.

La mampostería que se construirá en el respaldo de los estribos de las losas apoyadas en estribos o muros de contención será de 30 cm de espesor a partir de donde se coloquen los tubos de los drenes de barro o PVC transversales, que se colocarán en los estribos o muros espaciados a cada 3.00 m.

El zampeado se construirá de mampostería de 3ª clase juntando la piedra con mortero de arena - cemento 1:5 de 30 cm de espesor y se utilizará para la construcción de las alcantarillas de losa, entre los estribos, entre los aleros de entrada y salida de estas obras, en el recubrimiento de cunetas y/o donde lo indique la supervisión.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Para la construcción de las estructuras mayores para los pasos de fauna (Tabla II.3), se requiere de la excavación bajo el sitio de estribos y pilas, hasta alcanzar una capa de material homogéneo de mayor resistencia

. A partir de ahí se inicia el colado de pilas y placas de distribución que soportan las columnas. Usualmente dichas actividades se tratan de realizar en la época de estiaje y se trabaja sobre suelo seco. Las columnas soportan una trabe de distribución en la que descansan trabes prefabricadas. La cara superior de las trabes soporta una losa de concreto y la superficie de rodamiento, que será del mismo concreto.

Las columnas soportan una trabe de distribución en la que descansan trabes prefabricadas y pretensadas de claros hasta de 35 m, longitud económica para columnas de poca altura. Las trabes en forma de "T" usualmente requieren siete de ellas para conformar una sección de 12.5 y 10.5 m de ancho con banquetas peatonales, guarniciones y parapeto.

La cara superior de las trabes soporta una delgada losa de concreto y la superficie de rodamiento, que puede ser del mismo concreto o de pavimento flexible.

Pasos inferiores vehiculares, y personas: Se calcula la necesidad de 156 pasos superiores o inferiores vehiculares y para personas. Se construirán mediante la colocación de una losa de concreto, cuya dimensión se presenta junto a la ubicación de la obra. Como se trata de colocación de losas, el procedimiento de construcción será el mismo que se menciona en las alcantarillas, que también tienen proyectado la construcción de losas.

Cuerpo del terraplén: Los terraplenes, se construirán en tramos de la carretera donde haga falta material para cumplir con la sección del proyecto geométrico. Se utilizará material de banco con operación comercial, según corresponda al tramo del que se esté hablando, el cual tendrá un proceso de compactación en capas de 30 cm pasando la motoconformadora y posteriormente la compactadora hasta alcanzar el 90% del peso volumétrico seco máximo para la prueba Porter.

Capa subrasante:

En las zonas de corte, sobre la capa del terreno natural recompactado, se construirá de igual manera la capa subrasante, en un espesor de 30 cm, compactado al 100% de su Peso Específico Seco Máximo, determinado en el laboratorio con la prueba AASHTO estándar, el material empleado en esta capa debe estar exento de partículas mayores a 75 mm, (3").

Base hidráulica: Sobre la capa subrasante terminada y recibida por la supervisión, se construirá la capa de base hidráulica de 20 cm, de espesor compacto, con agregado pétreo, el cual requiere de triturado parcial y cribado a tamaño máximo de 1½" (38.1 mm).

Dicho agregado se compactará al 100% de su Peso Específico Seco Máximo de laboratorio con la prueba AAHSTO Modificada 5 capas.

El acabado de la capa será sensiblemente plano y no se deberá permitir deformaciones que produzcan flechas mayores a 1.5 cm, cuando se verifique la superficie con una regla de 3 m.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

La empresa ejecutora verificará e informará para efecto de recepción de la capa de base los reportes de la calidad del material pétreo, los espesores, la geometría de proyecto, el grado de compactación alcanzado y la textura de la superficie.

Para la ejecución de esta capa se cumplirá con todo lo señalado en el capítulo: 002 subases y bases, incisos G1, G2, G3, G4, G5 y G6 de las normas para construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Título: 04 Pavimentos edición 2000 de la SCT.

En lo que respecta a la medición de las bases hidráulica, esta se efectuara conforme se indica en el capítulo 002 subases y bases, inciso I, de las normas para construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Título: 04 Pavimentos edición 2000 de la SCT.

En lo concerniente al pago de las bases hidráulicas, esta será por unidad de obra terminada y se ajustara al precio fijado en el contrato, para el metro cubico compactado al 100% de su Peso Específico Seco Máximo, este precio incluye lo que corresponde para cada trabajo específico, con lo señalado en el capítulo, 002 subases y bases, incisos J y K, de las normas para construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Título: 04 Pavimentos edición 2000 de la SCT.

Los agregados pétreos que se utilicen en la construcción de bases hidráulicas deberán ser materiales triturados y cribados a tamaño máximo de 38.1 mm, (1½”) y deberán cumplir con lo estipulado en las normas N-CMT-4-02 y N-CMT-4-03, capítulo 002, Materiales para Bases Hidráulicas y 003, Materiales para bases tratadas de las Normas de Calidad de los Materiales, Edición 2004, de la SCT. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

Riego de impregnación.

Sobre la base hidráulica barrida y limpia de impurezas, se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento o superestable a razón de dos litros por metro cuadrado (2 L/m²) en promedio incluyendo el talud formado por el espesor de la base.

Considerando el volumen de tránsito existente se protegerá el riego de impregnación con arena que cubrirá la superficie impregnada dejándola reposar cuando menos 24 horas para abrirla al tránsito que deberá controlarse a una velocidad no mayor de 30 km/h.

Para la ejecución de este concepto de trabajo, se cumplirá con todo lo señalado en el capítulo: 004 Riego de impregnación, incisos G1, G2, G3, G4 y G5 de las normas para construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Título: 04 Pavimentos edición 2000 de la SCT.

En lo que respecta a la medición del riego de impregnación, esta se efectuara conforme se indica en el capítulo 004 Riego de Impregnación, inciso I, de las normas para construcción, Libro CTR-

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Titulo: 04 Pavimentos edición 2000 de la SCT.

En lo concerniente al pago del riego de impregnación, esta será por unidad de obra terminada y se ajustará al precio fijado en el contrato y será por metro cuadrado como lo señalado en el capítulo 004 Rego de impregnación, incisos J1 y J2, libro, CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Titulo: 04 Pavimentos edición 2000 de la SCT.

Los productos asfálticos empleados en el riego de impregnación deberán cumplir con lo estipulado en el capítulo: 001 Calidad de materiales Asfálticos, libro CMT. Características de los materiales, Parte 4: Materiales para pavimentos, Titulo: 05 Materiales asfálticos, aditivos y mezclas de las Normas de Calidad de los Materiales, Edición 2000 de la SCT.

Riego de liga para carpeta asfáltica.

Sobre la base impregnada después de haber verificado su calidad, se procederá a barrer con barredora mecánica la superficie para retirar la arena suelta y posteriormente se aplicará con petrolizadora, el riego de liga con emulsión asfáltica del tipo catiónica de rompimiento rápido, a razón de 0.8 L/m². Aproximadamente o lo que indique la supervisión. Que se utilizará tanto para la liga en la construcción de la carpeta asfáltica como para el riego de sello.

Para la ejecución de este concepto de trabajo, se cumplirá con todo lo señalado en el capítulo: 005 Riegos de impregnación, incisos G1, G2, G3, G4 y G5 de las normas para construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Titulo: 04 Pavimentos edición 2000 de la SCT.

Para la medición, cuando la obra se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y el riego de liga sea ejecutado conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, éste se medirá como parte de la carpeta asfáltica, según se indica en las Cláusulas I. de las Normas N-CTR-CAR-I-04/006, Carpetas Asfálticas en Caliente y N-CTR-CAR-I-04/007, Carpetas Asfálticas en Frío.

En lo referente al pago, cuando la obra se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada, el riego de liga ejecutado a satisfacción de la Secretaría, estará incluido en la base de pago de la carpeta asfáltica, según se indica en las Cláusulas J. de las Normas N-CTR-CAR-I-04/006, Carpetas Asfálticas en Caliente y N-CTR-CAR-I-04/007, Carpetas Asfálticas en Frío.

Los productos asfálticos empleados en el riego de impregnación deberán cumplir con lo estipulado en el capítulo: 001 Calidad de materiales Asfálticos, libro CMT. Características de los materiales, Parte 4: Materiales para pavimentos, Titulo: 05 Materiales asfálticos, aditivos y mezclas de las Normas de Calidad de los Materiales, Edición 2000 de la SCT.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Carpeta asfáltica.

La mezcla de cemento asfáltico del tipo AC-20, se realizará como se lo indica el diseño Marshall correspondiente.

La mezcla fabricada y sobre el riego de liga se procederá a aplicar con extendedora mecánica la mezcla asfáltica fabricada con temperatura entre los 130° a 150° C, para obtener cinco centímetros (5 cm) de espesor compactados al 95% confinados en prueba de laboratorio utilizando el equipo adecuado, cumpliendo con la granulometría indicada en las Normas de calidad de la SCT y utilizando para la mezcla cemento asfáltico del tipo AC-20 en la proporción que indica el diseño del contenido asfáltico elaborado por el laboratorio.

La empresa entregará a la supervisión los reportes de la calidad de la mezcla asfáltica mediante la prueba de laboratorio correspondiente, los grados de compactación alcanzados, la textura de la superficie para efectuar la recepción de este concepto de trabajo con base en las Normas en vigencia de la SCT.

Para la ejecución de esta capa se cumplirá con todo lo señalado en el capítulo: 006 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente, incisos G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9 y G10, de las normas para construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Título: 04 Pavimento, edición 2000 de la SCT.

En lo que respecta a la medición de carpeta asfáltica, esta se efectuara conforme se indica en el capítulo: 006 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente inciso I, de las Normas para Construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Título: 04 Pavimento, edición 2000 de la SCT.

En lo concerniente al pago de para esta capa, esta será por unidad de obra terminada y se ajustara al precio fijado en el contrato, para el metro cubico compactado al 95% de su Peso Especifico Seco Máximo Marshall, este precio incluye lo que corresponde para cada trabajo específico, con lo señalado en el capítulo: 006 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente, inciso J, de las Normas para Construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Título: 04 Pavimento, edición 2000 de la SCT.

Los agregados pétreos que se utilicen en la elaboración de la mezcla de concreto asfáltico deberán ser materiales triturados y cribados a tamaño máximo de 19 mm, ($\frac{3}{4}$ "') y deberán cumplir con lo estipulado establecido en la Norma N-CMT-4-04/03, Título: 04 Materiales Pétreos Mezclas asfálticas, del Libro CMT-Características de los materiales, Parte: 4 Materiales para pavimentos, edición 2003 de la SCT.

La mezcla de concreto a emplearse para la construcción de carpeta asfáltica, deberá cumplir con lo estipulado en la Norma N-CMT-4-05-003/02, capítulo: 003 Calidad de las mezclas asfálticas para carreteras, Título: 05 Materiales asfálticos, aditivos y mezclas, Parte: 4 Materiales para pavimentos, del Libro CMT-Características de los materiales, edición 2002 de la SCT.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El cemento asfáltico empleado en la elaboración de la mezcla de concreto asfáltico deberá cumplir con lo establecido en la Norma N-CMT-4-05-001/00, capítulo: 001 Calidad de Materiales Asfálticos, Título: 05 Materiales Asfálticos, aditivos y Mezclas, Parte: 4 Materiales para pavimentos, del Libro CMT-Características de los materiales, edición 2000 de la SCT.

Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente, cumplirán con lo establecido en las Normas N-CMT-4/04, Materiales Pétreos para Carpetas y Mezclas Asfálticas, N-CMT-4-05/001, Calidad de Materiales Asfálticos, N-CMT-4-05/002, Calidad de Materiales Asfálticos Modificados y N-CMT-4-05/003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

Riego de sello.

Sobre la carpeta asfáltica se hará un riego de liga con emulsión asfáltica de tipo catiónica de rompimiento rápido a razón de 0.8 L/m² e inmediatamente se colocará el material pétreo de sello del tipo 3-E, a razón de 12 L de árido por metro cuadrado, después de tendido el material se aplicará una plancha metálica tándem de 8 a 10 toneladas, se abrirá al tránsito después de 24 horas y posteriormente se retirará el material suelto depositándolo en el lugar que indique la supervisión.

Para la ejecución de esta capa se cumplirá con todo lo señalado en el capítulo: 008. Carpetas por el Sistema de Riegos, incisos G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 y G8, de las normas para construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Título: 04 Pavimento, edición 2000 de la SCT.

En lo que respecta a la medición del sello, esta se efectuara de acuerdo a lo señalado en el capítulo: 008. Carpetas por el Sistema de Riegos, incisos I de las normas para construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Título: 04 Pavimento, edición 2000 de la SCT.

En lo que respecta al pago del sello, esta se efectuara de acuerdo a lo señalado en el capítulo: 008. Carpetas por el Sistema de Riegos, incisos J de las normas para construcción, Libro CTR-Construcción, Tema: Carreteras, Parte I: Conceptos de obra, Título: 04 Pavimento, edición 2000 de la SCT.

El material pétreo que se utilizará en los trabajos de riego de sello, deberá cumplir con lo estipulado en la norma N-CMT-4-04/03, Parte: 4 Materiales para pavimentos, Título: 04 Materiales Pétreos para Mezclas asfálticas, inciso G del Libro CMT Características de los materiales, edición 2000 de la SCT.

Entronques: Se tiene contemplada la construcción de 3 entronques a desnivel para unir este trazo con la carretera Cancún-Chetumal No. 307 (en los km 243 y 217), entronques (1) Carrillo Puerto, entronque (2) Coba, entronque (3) Playa del Carmen. Para cada entronque a desnivel se requerirán 2 ramas a nivel y una troncal a desnivel que pase por encima de la carretera. La obra será sobre el

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

derecho de vía de las carreteras correspondientes que están en operación y sobre el derecho de vía que se libere para el proyecto en cuestión.

Como la carretera no es para dar servicio a los ejidos ni propietarios particulares por cuyas tierras cruzan, hasta el momento, no se tiene contemplada la construcción de entronques a nivel.

Obras complementarias: Con la finalidad de proteger adecuadamente la estructura de las terracerías y el pavimento es necesario construir obras complementarias como son: bordillos, cunetas, canales y lavaderos que permitan el fácil y rápido desalojo del agua pluvial que se concentra en la superficie de rodamiento de acuerdo con los datos climatológicos observados de la región donde se ubica esta obra.

Bordillos de concreto hidráulico: Los bordillos se construirán en los lugares que se indican en el proyecto y serán de concreto hidráulico de $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con sección de 144 cm^2 como lo indica el proyecto utilizando los agregados que cumplan con las normas de calidad especificadas. Cunetas revestidas de concreto hidráulico. Las cunetas que se ubican a la derecha o izquierda de

los cortes, se construirán de concreto hidráulico de una resistencia a la compresión de $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ y diez (10), centímetros de espesor según se indica en el proyecto utilizando los agregados de grava y arena de bancos de material con operación comercial.

Lavaderos y canales de concreto hidráulico. Los lavaderos sobre los taludes de los terraplenes, canales revestidos de concreto y los que se requieran para proteger y canalizar el agua pluvial en la superficie de rodamiento y la salida de las obras de drenaje, se construirán de concreto hidráulico con fatiga a la compresión de $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ utilizando los agregados de grava y arena de bancos de material con operación comercial y se canalizarán en dirección a la costa.

Señalización: Finalmente se procederá al señalamiento horizontal y vertical: preventivo, restrictivo e informativo definitivo, según se señale en el proyecto de señalamiento

II.4. Programa de operación y mantenimiento

II.4.1. Programa de operación

Los trabajos a que se refiere esta sección son los de operación y conservación del cuerpo del terraplén una vez construidos: repintar las líneas divisorias de carriles, repositonar fantasmas y



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

señalamientos, reparación de la carpeta asfáltica, limpieza periódica de la carpeta, del derecho de vía y de las obras hidráulicas así como mantenimiento de áreas verdes.

A continuación se mencionan los programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria de la S.C.T. que deben llevarse a cabo para el mantenimiento de las carreteras, para que tengan un adecuado funcionamiento y mayor vida útil y que pueden ser tomados en cuenta para aplicar a este tipo de caminos.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la S.C.T.

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro S.C.T.

2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.

3. Evaluar el estado de cunetas y lavaderos y reparar aquellas que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el anexo PC-2 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la S.C.T.

4. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el anexo PC-5 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la S.C.T.

5. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada al centro SCT correspondiente.

6. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo a los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SCT correspondiente.

7. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

Programa de conservación rutinaria

I. Realizar inspecciones diariamente en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:

a. Cercado e invasión del derecho de vía.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- b. Reforestación en su caso;
- c. Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento; y,
- d. Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.

2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:

- a. Defensas y señales de tipo normal;
- b. Obras de drenaje;
- c. Obras complementarias de drenaje;
- d. Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento;
- e. Retiro o censura de propaganda no autorizada;
- f. Limpieza de cunetas y derecho de vía;
- g. Daños en el camino por efecto de accidentes
- h. Contracunetas y subdrenajes;
- i. Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje;
- j. Fallas locales de cortes;
- k. Postes y fantasmas;
- l. Deshierbe y poda de vegetación; y,
- m. Pintura en general.

II.4.2. Programa de mantenimiento

Reposición de señales, estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar una adecuada señalización y se prevengan accidentes.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Mantenimiento del cuerpo del terraplén, para estas actividades se tiene que verificar diariamente el cuerpo del terraplén, para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento, con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños al pavimento con periodicidad diaria y utilizando trascabos y camión de volteo.

El mantenimiento general del pavimento se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de calavereo, riego de sello, reposición de material pétreo, fantasmas, pintura, etc.

Este mantenimiento se efectúa diariamente según el tramo y el estado de deterioro. De la misma manera deberá dársele un mantenimiento periódico en el que se incluyan las actividades como bacheo, renivelación, rencarpetado y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil de la carretera.

Mantenimiento Preventivo

Esta etapa consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, pintura y reposición de material de la superficie de rodamiento,

Mantenimiento Mayor

Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril o de un cuerpo de circulación de la vialidad con el fin de realizar trabajos de rencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y colocar señales de peligro.

Verificación del nivel de servicio

Esta actividad consiste en la realización de recorridos de prueba con un vehículo de diseño y con cuatro pasajeros que determinarán el nivel de servicio de la vialidad.

Recorridos de revisión

Lo recorridos de revisión son actividades encaminadas al control y supervisión de los trabajos de mantenimiento y de operación del camino. El proyecto no se abandonará, toda vez que se trata de una vialidad de altas especificaciones que estará en uso continuo.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

II.5 REQUERIMIENTO DE PERSONAL E INSUMOS

II.5.1. Personal

Los Municipios de Playa del Carmen y Tulum, se encuentran cerca de la obra y cuentan con mano de obra calificada necesaria para los trabajos de preparación, construcción y mantenimiento del trazo, por lo consiguiente el personal que será requerido en las diversas etapas del proyecto, será principalmente contratado de dichas ciudades antes mencionadas.

En la Tabla II.10 se indican los requerimientos aproximados de mano de obra necesaria para el proyecto.

Tabla II.10 Requerimientos de mano de obra

Cantidad	Puesto	Etapas del Proyecto	Tipo de mano de obra	Tipo de empleo	Disponibilidad local	Jornales
3	Supervisor de obra	Todas	Calificada	Temporal	Si	84
3	Topografo	Construccion	Calificada	Temporal	Si	69
3	Cabo	Construccion	Calificada	Temporal	Si	69
4	Cadenero	Construccion	No calificada	Temporal	Si	140
4	Estadaletero	Construccion	No calificada	Temporal	Si	140
12	Operador de maquina mayor	Todas	Calificada	Temporal	Si	537
7	Operador de maquina menor	Todas	Calificada	Temporal	Si	235
6	Chofer	Todas	Calificada	Temporal	Si	189

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

4	Cuadrillas de herreria	Construccion	Calificada	Temporal	Si	173
4	Cuadrillas de albañileria	Construccion	Calificada	Temporal	Si	173
4	Carpintero obra negra	Construccion	Calificada	Temporal	Si	84
4	Pintor	Operación y mantenimiento	Calificada	Temporal	Si	173
16	Ayudante general	Todas	No calificada	Temporal	Si	537

II.5.2. Insumos

Agua.

En la etapa de preparación del sitio y construcción se requerirá agua para el consumo del personal que este laborando en la obra, la cuál será abastecida por medio de garrafones de plástico de 20 litros y adquirida en las poblaciones aledañas al proyecto.

La cantidad de agua que se utilizara para la formación y compactación de terraplenes será abastecida por medio de camiones pipas. No será necesaria la construcción de campamentos, por lo tanto no se generaran aguas negras.

Combustibles

Los vehículos de carga serán abastecidos por las estaciones de servicio que se encuentran cercanos a la obra, y se acarreará únicamente el combustible para la maquinaria fija que así lo requiera, el cual será transportado en recipientes de metal con tapa hermética a fin de evitar pérdidas por evaporación; es importante mencionar que en ningún caso será necesario el almacenaje.

Banco de material

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Para la construcción de la sección de la carretera se necesita la aportación de por lo menos 4 bancos de material con operación comercial y con los permisos correspondientes, según el tramo y la necesidad requerida para el banco designado. A partir de esto, es posible determinar las distancias económicas de acarreo, que se presentarán una vez se tenga el proyecto definitivo.

Maquinaria

La maquinaria empleada en la operación de la carretera consta de una camioneta tipo pickup para el transporte del personal y cuadrillas de trabajo requeridas para la operación del camino. En cuanto a su mantenimiento se necesitará de equipos como pipa para regar las áreas verdes, cuadrillas de mantenimiento de vegetación, en las zonas donde el camino lo demande; así como, también un camión para la recolección de residuos y de basura generada en la limpieza de la carpeta y obras anexas como las alcantarillas, drenes y cunetas y para el transporte de las cuadrillas de trabajo. En este sentido, eventualmente, se requerirá de equipos para el programa de mantenimiento menor como bacheo y calavereo o para la colocación y reposición de señales y pintura en la superficie de rodamiento. Los materiales y sustancias que serán empleados en el proyecto, son las características para este tipo de infraestructura, como son: materiales pétreos, agua, cemento, acero, etc., y todos aquellos insumos necesarios para desarrollar este proyecto, los cuales se indican en la Tabla II.11.

Tabla II.11 Insumos requeridos para el proyecto.

Material	Etapas	Fuente de suministro	Forma de traslado	Cantidad requerida
Gravas, finos, arena y limo de bancos de material	Formación del cuerpo del terraplén, colocación de obras	Bancos de préstamo	Camiones de volteo	320,000 m ³
Material de tipo B	De drenaje y pavimentación. Formación del cuerpo del terraplén	Compensación de las nivelaciones	Camiones de volteo	280,000 m ³
Cemento asfáltico del tipo AC-20 (que se mezcla con material del banco a una razón de 150 L/m ³)	Pavimentación	Empresa de suministro	camiones tipo revoladora	248,000 L
Pintura	Construcción y mantenimiento	Empresa de suministro	Camioneta	254 L

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Señales verticales	Construcción y mantenimiento	Empresa de suministro	Camiones	186 pz.
--------------------	------------------------------	-----------------------	----------	---------

II.6 RESIDUOS

Uno de los residuos que van a prevalecer a lo largo de la etapa de preparación del sitio y de construcción serán el suelo y los residuos vegetales producto del despalme.

La parte del material vegetal desmontado que no sea rescatado por el jardín botánico de ECOSUR; se obsequiará al municipio de Tulum, para su utilización en forma de leña y madera, pero se prevé su utilización en las MM descritas en el Capítulo VI, por lo que es muy posible que no haya residuos de este tipo. Otro tipo de residuo serán los productos de las nivelaciones, una parte de esto se utilizará para la construcción de terraplén. El material de desmonte y despalme que no se obsequie será tratado según se explica en el Capítulo VI, para las obras de reforestación.

Se estima que los trabajadores de la obra serán unos 74, aunque no todas las actividades se realizarán de manera simultánea, por lo tanto se generarán residuos domésticos no tóxicos como: papel, empaques de cartón, bolsas y envases de plástico, latas de fierro y aluminio, vidrio, residuos orgánicos, entre otros, como resultado de la estancia de los trabajadores en el sitio de la obra. Se propone que estos residuos se depositen temporalmente en contenedores de 200 litros debidamente rotulados y estratégicamente localizados dentro de la obra, y sean dispuestos, semanalmente, en el basurero municipal de Tulum autorizado para su confinamiento, así mismo se considera tener cuadrillas de limpieza durante la obra.

Otra fuente de residuos sólidos domésticos serán los dejados por los usuarios de la carretera en la etapa de operación. Normalmente, estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas de plástico, etc., los cuales tendrán que ser recogidos periódicamente y depositados según las autoridades lo establezcan.

II.6.1 Residuos Líquidos

La principal fuente de líquidos no peligrosos es el agua de consumo humano; ésta tiene 3 componentes: la utilizada para beber que debe ser potable (3 litros/día/humano), la requerida para la higiene y la que se genera como producto de los desechos orgánicos. Dada la naturaleza del uso, las dos últimas necesidades utilizan fundamentalmente agua cruda. Debido a que los trabajadores se concentrarán en los poblados cercanos a la obra el agua utilizada para la limpieza e higiene será canalizada al drenaje local. Respecto al agua de los desechos humanos, en los frentes de obra se contratará una empresa para la instalación de sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 20 trabajadores, siendo la empresa que rente el servicio la encargada de dar el mantenimiento a dichos sanitarios y se llevará los residuos correspondientes para su adecuado confinamiento o disposición final.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Con respecto a los accidentales de combustibles y aceites, en los talleres se prevé la construcción de planchas de concreto. En las reparaciones y mantenimiento de maquinaria se van a recoger los aceites usados en charolas que serán vaciadas en tambos de 200 litros debidamente etiquetados y embalados, dichos tambos serán almacenados temporalmente hasta que se acumule la cantidad suficiente para que una compañía autorizada y contratada para la recolección, tratamiento y disposición de residuos peligrosos disponga adecuadamente de ellos.

II.6.2 Manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos

El manejo de residuos será llevado a cabo por empresas previamente autorizadas por SEMARNAT, a través de trabajadores capacitados para el manejo y transporte de dichos residuos, quienes deberán cumplir con el equipo de seguridad acorde con el tipo de desechos que maneje y cumplir con la documentación necesaria para el registro de recolección, la cual quedará inscrita en la Bitácora de Generación de residuos peligrosos.

Durante el intervalo de tiempo entre una y otra recolección se contará con un área de almacenamiento temporal, la cual estará destinada para la recepción de residuos peligrosos incompatibles y cumplirá con las siguientes indicaciones, de acuerdo a las NOM-053- SEMARNAT-1993 que establecen los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos y NOM-054- SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

II.6.3 Disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos

Se tendrá que contratar empresas especializadas autorizadas por SEMARNAT para la disposición final de los residuos sólidos peligrosos, lo cual se prevé desde la licitación ya que es requisito indispensable presentar el nombre de la empresa que se encargará de realizar la disposición final de los residuos peligrosos. Para el caso de los residuos no peligrosos, éstos se depositarán en el relleno sanitario del municipio involucrado.

II.6.4 Emisiones

En la etapa de construcción se van a generar polvos durante casi todas las actividades, los cuales son dispersados por el aire y depositados en los alrededores. Para atenuar esto, deben aplicarse riegos rutinarios sobre los caminos y áreas de excavación o movimiento de tierras, en esta tarea se empleará un carro cisterna que impregne el suelo y le dé estabilidad a las partículas que puedan ser removidas por el viento o trabajos propios de la construcción de la carretera, a su vez, podrán existir emisiones a la atmósfera por parte de los automotores y máquinas, volumen no comparable con las que se generarán en la etapa de operación del proyecto carretero. Cabe mencionar que no



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

se rebasarán los límites máximos permitidos en las normas oficiales mexicanas NOM-041SEMARNAT- 2006 y la NOM-045- SEMARNAT- 2006.

II.6.5 Identificación de las Posibles Afectaciones al Ambiente que son características del Proyecto

Los proyectos carreteros tienen una gran importancia en cuanto al desarrollo social y económico. Los lugares en los que se han construido caminos van desde los desiertos del norte hasta los pantanos y lagunas costeras del sureste. Esto ha traído como consecuencia que los impactos causados al medio ambiente por la construcción de caminos sean diferentes entre zonas, ya que cada ecosistema tiene diferentes formas de responder a modificaciones. Un factor importante en el diagnóstico de los impactos generados por carreteras es la presencia previa de desarrollos urbanos, como ciudades, industrias o termoeléctricas, ya que la presencia de contaminación en el medio ambiente no siempre es causada por la construcción de carreteras. Es importante destacar que el diseño de medidas de mitigación de diversa índole en proyectos carreteros ha logrado disminuir en gran medida el impacto causado al medio ambiente, a través de medidas de restauración y compensación. Por ejemplo, en zonas de escasa precipitación pluvial, las vías casi no modifican los escurrimientos de la cuenca hidráulica. Esto, en comparación con la modificación causada por el continuo crecimiento de centros urbanos, representa un porcentaje mínimo en la modificación del escurrimiento en una cuenca hidráulica. Adicionalmente, la aplicación de una medida de mitigación como la construcción de obras de drenaje que permita el paso del escurrimiento pluvial, disminuye el grado de impacto causado al ambiente. Durante la etapa de preparación del sitio, las actividades de desmonte, despalme, corte y terraplén, causan modificaciones negativas en la composición de fauna, vegetación, la morfología del suelo, hidrología superficial y calidad de aire. Estas modificaciones en algunos casos no son significativas a escala regional y no tienen incrementos conforme pasa el tiempo, además de que la mayoría son considerados impactos ambientales mitigables.

Durante la etapa de construcción, la realización de obras de pavimentos, construcción de obras de drenaje, generan modificaciones negativas mínimas temporales y permanentes en la composición de fauna, vegetación, la morfología del suelo, hidrología superficial y calidad de aire. Las modificaciones negativas temporales son generalmente causadas en la calidad de aire, en lo que respecta a la generación de ruido y emisión de gases de combustión generados por la maquinaria, pero las modificaciones permanentes se causan cuando se construyen las obras de pavimentos, ya que a lo largo de la obra no podrán volverse a desarrollar las comunidades de flora o fauna.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Con base en la ubicación y el tipo de proyecto que se pretende realizar, se analizó la vinculación del mismo con los diferentes instrumentos de planeación, ordenamientos ecológicos, así como los lineamientos jurídicos y normativos aplicables, con el fin de demostrar la congruencia entre el proyecto y las estrategias que se establecen en los instrumentos citados. Para ello fue necesario conocer de antemano las disposiciones legales, incluyendo su nivel de competencia y jurisdicción en los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) lo cual impactará al momento de análisis y valorización del proyecto base del presente estudio de Actualización de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional, el cual se encuentra en total apego con las normatividades aplicables, sin contravención a las mismas, dentro de la esfera competencial y jurisdiccional del estado implicado en la obra a desarrollarse.

Sabemos que para lograr el cumplimiento de los objetivos y metas definidos en los diferentes temas estratégicos de la agenda ambiental y de los recursos naturales se requiere de una gestión eficiente y transparente; en este sentido, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) busca mejorar y consolidar los instrumentos de planeación, política, fomento y gestión ambiental, así como, desarrollar la legislación y normatividad en los sectores de su competencia. Por lo tanto, de acuerdo a lo anterior, se menciona en primera instancia a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), donde particularmente en el Capítulo IV (Instrumentos de la Política Ambiental), Sección V (Evaluación del Impacto Ambiental) y Artículo 28 de dicha Ley, refiere que: "... La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetará la realización de las obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente...".

Partiendo de lo antes expuesto, corresponde al presente Capítulo III, identificar las disposiciones jurídicas ambientales aplicables al proyecto y demostrar la compatibilidad y relación que existe entre la naturaleza del proyecto, con los diferentes instrumentos de planeación, ordenamientos y reglamentarios aplicables para la zona pretendida, así como, de las normas oficiales mexicanas aplicables en la regulación de su desarrollo y construcción del mismo.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024.

El presente proyecto, versa sobre la actualización de un proyecto carretero, proyectado y presupuestado por la propia Secretaria de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Carreteras, en el sexenio antepaso, la construcción del libramiento de Tulum, es una obra vial, necesaria para los tiempos actuales, el proyecto como se ha mencionado anteriormente se trata de la construcción de un cuerpo carretero nuevo, que reúna las especificaciones de un tipo "A2", de acuerdo a lo normativa de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, con una longitud de 26.0 km, el citado proyecto busca el acrecentar la infraestructura vial en el país y propiamente en el estado de Quintana Roo, dicho crecimiento se busca se realice en interrelación al cuidado del medio ambiente y del propio ecosistema en la región de incidencia del trazo a construir, es por lo cual previamente al inicio de actividades de construcción se presenta para su evaluación y revisión con fines de autorización la presente manifestación de impacto ambiental, que no es más que el estudio por el cual se actualizan los aspectos técnicos y criterios legales normativos, en un procedimiento ambiental previamente autorizado, ahora bien el presente proyecto tiene vinculación directa con el programa nacional de desarrollo, del actual gobierno federal en funciones, toda vez que dentro de lo dispuesto en el eje rector de política social, el gobierno de la 4T, señala que el pueblo mexicano debe de vivir en un ambiente de bienestar y es así que con este proyecto se beneficiara directamente al municipio de Tulum en el estado de Quintana Roo, toda vez que se reducirán a un máximo los cruces de automotores pesados, lo que conlleva una mejora en seguridad de transito de los transeúntes y de todo habitante en general, además reducir las emisiones de contaminantes de parte de dichos vehículos, situaciones que causaran en bienestar a las personas de la localidad inmersa en el desarrollo del proyecto, es así y por cuento hace al eje rector de economía, referente a la construcción de caminos y a la reactivación de economías locales, en el desarrollo del presente proyecto para cada una de las etapas del proceso constructivo, la empresa ejecutora de los trabajos, buscara y deberá de contratar personal y mano de obra de la región, esto conlleva la mejora de la economía local y dicha situación será un desahogo a las ideas de migración por falta de trabajo de parte de los conurbados.

Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

La recesión económica, el acelerado crecimiento de la población y la desigualdad social, son problemas del ámbito internacional que han repercutido en el agotamiento de los recursos naturales y han generado impactos ambientales de magnitudes preocupantes, como el cambio climático. Esto ha impulsado al gobierno mexicano a tomar conciencia de la necesidad de planear ambientalmente el territorio nacional mediante la acción coordinada de los diferentes órdenes de gobierno, quienes toman las decisiones y ejecutan estrategias territoriales dirigidas a frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio, así como de la sociedad en general que coadyuva con su participación.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

La planeación ambiental en México, se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Se lleva a cabo a través de programas en diferentes niveles de aplicación y con diferentes alcances, así tenemos: el General, los Marinos, los Regionales y los Locales. La formulación, aplicación y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y de los Marinos, es facultad de la Federación, la cual se ejerce a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, específicamente, a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, en coordinación con la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

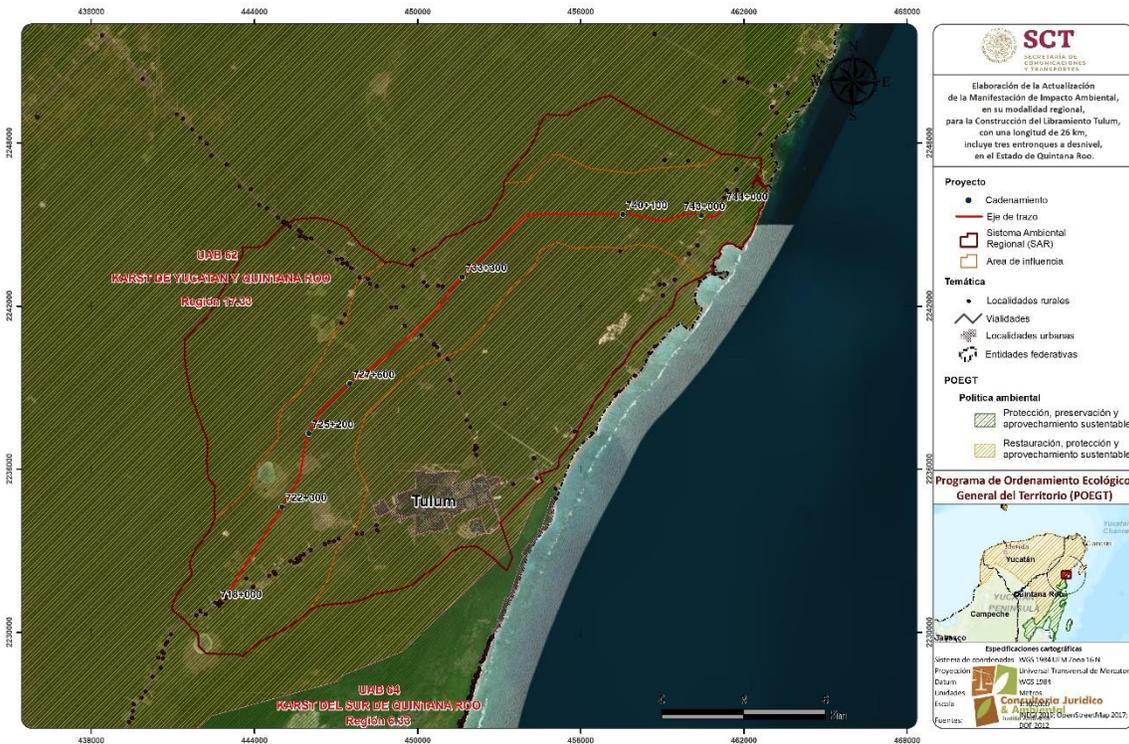


Figura I.- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Ubicación del trazo respecto del POEGT.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Cabe señalar que, aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; dichas

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Unidades difieren en el proceso de construcción, toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y, por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

Dentro del estado de Quintana Roo, con incidencia en el trazo podemos observar la UAB denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo.

- **62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.**

Localización: Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo.

Superficie en km2: 62. 59,542.35 Km2

Población Total: 62. 2,982,494 hab

Población Indígena: 62. Maya

Estado Actual del Medio Ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Política Ambiental: 62. Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable

Región ecológica 17.33 UAB 62.

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

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura-Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
Estrategias. UAB 62					
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio					
A) Preservación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. 				
B) Aprovechamiento sustentable	<ol style="list-style-type: none"> 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales. 				
C) Protección de los recursos naturales	<ol style="list-style-type: none"> 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. 				
D) Restauración	<ol style="list-style-type: none"> 14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas. 				
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<ol style="list-style-type: none"> 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional). 				
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana					
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<ol style="list-style-type: none"> 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional. 				
E) Desarrollo Social	<ol style="list-style-type: none"> 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 				
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional					
A) Marco Jurídico	<ol style="list-style-type: none"> 42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. 				
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	<ol style="list-style-type: none"> 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil. 				

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN ENTRE PROYECTO Y ESTRATEGIAS DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 17.33-UAB 62	
Estrategia	<p>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.</p> <p>A) Preservación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
Vinculación	<p>Al estarse regido por todas las leyes ambientales correspondientes, se pretende afectar lo menos posible a la zona real de afectación sobre el propio derecho de vía de 60.0 mtros, con la construcción de una nueva vía general de comunicación del proyecto, como lo es el libramiento chunhuhub, se buscara la presentación y conservación del sitio, y atraves de la ejecución de los programas ambientales, como lo son reforestación, protección y ahuyentamiento de flora y fauna se buscara la conservación y protección de especies endémicas en la región así como la biodiversidad en general. además el uso de los pasos de fauna como medida de mitigación, permitirá que ésta no sea gravemente afectada permitiendo su desplazamiento.</p>
Estrategia	<p>B) Aprovechamiento sustentable.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
Vinculación	<p>El presente proyecto, busca desde su parte inicial hasta su parte final, la preservación, conservación y protección del medio ambiente del ecosistema en la región, con la ejecución del citado proyecto se acrecentara la infraestructura vial en el estado de Quintana Roo, si bien es cierto será afectada cierta vegetación en determinada superficie, pero a la par de los trabajos y posterior a ellos serán puestas en ejecución diversas medidas de mitigación y compensación a los efectos nocivos que pudieron haberse originados por la ejecución del multicitado proyecto.</p>
Estrategia	<p>C) Protección de los recursos naturales.</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
Vinculación	<p>El presente proyecto se encuentra delimitado en su parte técnica ambiental como lo es en el respectivo estudio técnico justificativo, fue delimitada el área de estudio dentro de la cuenca, subcuenca y microcuenca hidrológica, partiendo de lo general a lo particular, en ninguna de las etapas de construcción del</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN ENTRE PROYECTO Y ESTRATEGIAS DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 17.33-UAB 62	
	proyecto se aprovechara los recursos naturales existente en la región y particularmente en el área de estudio, siendo el caso en particular al agua, ni se disminuirá ni se reducirá en su captación, por el contrario atraves de las medias de mitigación propuestas en este estudio se buscara a través de su implementación, la protección de los recursos naturales.
Estrategia	D) Restauración. 14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
Vinculación	Que por motivo de la remoción de la vegetación forestal en determinada superficie, una vez terminada la etapa de construcción del proyecto, se implementara el programa de reforestación con fines de restauración, a efecto de restaurar el ecosistema forestal existente en la región.
Estrategia	E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Vinculación	El presente no afecta y no busca el aprovechamiento de los recursos naturales, con la ejecución del presente proyecto en cada una de sus etapas a través de la implementación de medidas de mitigación se buscara el mitigar los impactos ambientales, originados por el proyecto y una vez terminado sera puesta la señalética ambiental a lo largo del trazo construido, con letreros alusivos a la protección de la flora fauna en la región.
Estrategia	Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana. D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional. 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
Vinculación	El presente proyecto busca el acrecentar la infraestructura vial en el estado mexicano, debido al incremento de la tasa vehicular, de la disminución de los tiempos en traslados de un lugar a otro, de mejores vialidades para los usuarios en seguridad y equipamiento, se llegó a la determinación de construcción del libramiento chunhuhub, el crecer de la población y delos servicios básicos en interrelación con la preservación conservación del medio ambiente y de los propios ecosistemas en la región.
Estrategia	E) Desarrollo Social. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN ENTRE PROYECTO Y ESTRATEGIAS DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 17.33-UAB 62	
	<p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p>
Vinculación	Por la ejecución del proyecto se buscara la contratación directa de mano de obra de la región, por lo cual, se mejora la economía de los lugareños, situación que conlleva la inclusión de las personas de todo tipo de extracto social, mejorando la condiciones sociales políticas economicas en la región.
Estrategia	Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. A) Marco Jurídico. 42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
Vinculación	El proyecto se desarrolladar bajo la competencia territorial de dos ejidos, chunhuhub y polyunc, razón por la cual todos las pláticas, y sus respectivos acuerdos, han sido en apego y observancia a lo dispuesto por la norma común y por la ley agraria nacional, teniendo como principal objetivo dar certeza jurídica a las partes que intervienen el proceso constructivo del proyecto.
Estrategia	B) Planeación del Ordenamiento Territorial. 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.
Vinculación	Los terrenos situados a los lados del derecho de vía del libramiento a construir, subirán en su plusvalía y costo económico toda vez de encontrarse, cercano y al lado de una carretera, situación por la cual las condiciones de catastro en cuento a medias y colindancias, deberán de ser actualizadas por los propietarios, el proyecto fue proyectado y ejecutado en su totalidad por el gobierno federal, pero una vez terminado los derechos y obligaciones serán cedidos al gobierno del estado, a efecto de la conservación rutinaria.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA REGIÓN DENOMINADA
CORREDOR CANCÚN-TULUM.

Que con fecha 16 de noviembre de 2001, se publicó en el periódico oficial del estado de Quintana Roo, "PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA REGIÓN DENOMINADA CORREDOR CANCÚN-TULUM, la Región del Corredor Cancún – Tulum se localiza en la costa norte del Estado de Quintana Roo, al sureste de la República Mexicana, con una superficie de 181,831 Hectáreas, que involucra a los Municipios de Benito Juárez, Cozumel y



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Solidaridad. Las coordenadas extremas en que se localiza corresponden a los paralelos 20° 07' y 21° 04' de latitud norte, y los meridianos 86° 46' y 87° 38' de longitud oeste.

Que la vegetación del Corredor se caracteriza por una gran riqueza y amplia diversidad de comunidades vegetales, entre las que destacan la selva mediana, selva baja, manglares, tulares, tintales, chechenales, palmares, pastizales y vegetación de duna costera. La franja litoral está compuesta por barreras de arrecifes coralinos distribuidas a lo largo de la configuración costera. Que entre los ambientes naturales más frágiles en el Corredor Cancún – Tulum se encuentran los ecosistemas marinos, que se ven afectados principalmente por la sobreexplotación, la infraestructura y operación turística. Entre otras problemáticas ambientales se encuentran: disminución de áreas naturales debido al crecimiento turístico y urbano desordenado, insuficiencia de infraestructura y servicios para cubrir el crecimiento urbano y contaminación de suelo y agua por el inadecuado manejo y disposición final de residuos sólidos y líquidos. Que la característica deseada para el desarrollo del Corredor Cancún – Tulum es la incorporación del concepto de desarrollo sustentable, que permita el crecimiento económico a través de la integración de diferentes actividades y a la vez proteja el ambiente.

DECRETO.

Se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico que regula y reglamenta el desarrollo de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum, ubicado en los Municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Cozumel, Estado de Quintana Roo, cuya descripción y límites constan en el programa, siendo obligatoria su observancia.

Artículo 2.- La aplicación del presente Decreto compete al Ejecutivo Estatal, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, sin perjuicio de las atribuciones de otras Dependencias del mismo y/o de las Autoridades Federales y Municipales en el ámbito de sus respectivas competencias.

Artículo 3.- El Programa de Ordenamiento Ecológico para el Corredor Cancún – Tulum es el instrumento de política ambiental, cuyo objetivo es alentar un desarrollo turístico e infraestructura de servicios congruente a políticas ambientales que permitan la permanencia de sus recursos naturales sin llegar al conservacionismo extremo o a un desarrollo sin límites que provoque deterioro y pueda conducir a la destrucción de una de las regiones del Caribe Mexicano que aún conserva su belleza y valor ecológico.

Artículo 4.- La Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, deberá promover ante las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal, que en el otorgamiento de las concesiones, permisos, licencias, autorizaciones, dictámenes y resoluciones de su competencia, se respeten las políticas, los usos del suelo y los criterios ecológicos.

CRITERIOS DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO PARA LA REGION DEL CORREDOR CANCÚN-TULUM, EN REFERENCIA A LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, INCLUIDOS TRES ENTRONQUES.

LIBRAMIENTO, TULUM, TRES ENTRONQUES A DESNIVEL

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

ACTIVIDADES AGRÍCOLAS		
AA 1 Solo está permitida la actividad agrícola en sitios con vegetación perturbada.	El proyecto no refiere para su proceso constructivo, ninguna actividad, agrícola, bajo ninguna superficie.	
AA 2 Solo se permite el uso de herbicidas y plaguicidas biodegradables.	El proyecto no refiere para su proceso constructivo, ninguna aplicación a cielo abierto de plaguicidas.	
AA 3 Solo se permitirán sistemas de riego que estén aprobados y autorizados por la SAGARPA.	El proyecto no refiere para su proceso constructivo, ninguna actividad o sistema de riego diferente a la dispersión de agua sobre la capa del terraplén, para evitar la contaminación por partículas suspendidas de polvo.	
AA 4 En la preparación del terreno para las actividades agrícolas se deberá usar el método de roza, tumba y limpia, quedando estrictamente condicionada la utilización del fuego a lo establecido en las disposiciones jurídicas aplicables o en tanto estas no se expidan, en la NOM-EMSEMARNAP/SAGAR 1996.	El proyecto no refiere para su proceso constructivo, ninguna actividad, agrícola.	
ACTIVIDADES FORESTALES		
AF 1 Solo se permite coleccionar frutos, semillas o restos de madera con fines de subsistencia.	El proyecto no refiere para su proceso constructivo en ninguna actividad de recolección de frutos, semillas o restos de madera, solo por cuanto hace a la ejecución de medidas de mitigación, descritas en el respectivo programa de reforestación.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>AF 2 La actividad turística en zonas con vocación forestal deberá contar con el permiso de la SAGARPA y SEMARNAT.</p>	<p>El proyecto no refiere para su proceso constructivo en ninguna actividad turística o ecoturística.</p>	
<p>AF 3 El aprovechamiento de los recursos forestales estará supeditado a un programa de manejo aprobado por la SAGARPA.</p>	<p>El proyecto no refiere para su proceso constructivo ninguna actividad de aprovechamiento forestal.</p>	
<p>AF 4 Los viveros deberán contar con el registro de la SAGARPA y la anuencia de Sanidad Vegetal federal.</p>	<p>El proyecto requiere en su fase de ejecución de medidas de mitigación la construcción de un vivero de acuerdo lo mandado por la SAGARPA, para el confinamiento de especies rescatadas de flora silvestre y la germinación de semillas de plantas nuevas, para ser reforestadas ulteriormente.</p>	
<p>AF 5 El uso del fuego estará prohibido en todo momento.</p>	<p>Todo personal intrínseco a la obra, tendrá prohibido el uso de fuego, dentro y fuera del DDV, esto para evitar incendios en la zona.</p>	
<p>AF 6 Se permite la agricultura y la ganadería.</p>	<p>El proyecto no refiere para su proceso constructivo ninguna actividad de agricultura y ganadería.</p>	
<p>AF 7 La ubicación de las áreas para actividades productivas, que tiendan a la prestación de servicios y al establecimiento de infraestructura serán precisadas a través de Programas Parciales de Desarrollo</p>	<p>El proyecto no refiere para su proceso constructivo, obra alguna para la construcción de áreas destinadas a un fin distinto al de construcción del propio libramiento.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Urbano.		
AF 8 La aplicación de tratamientos silvícolas intermedios, sólo será permitida si se justifica su viabilidad técnica y biológica mediante estudios específicos que permitan determinar que las masas forestales se encuentran en una etapa sucesional avanzada.	El proyecto no refiere para su proceso constructivo ninguna actividad de silvícola.	
AF 9 Se deberá promover que la vegetación forestal donde se encuentran las actuales zonas de captación de agua potable permanezca en todo tiempo, debiendo establecerse programas coordinados de reforestación en caso de que así se requiera.	Las actividades del proceso constructivo del proyecto en ninguna forma , reduce o infiere en la captación del componente hídrico en la zona.	
AF 11 La captura y aprovechamiento de fauna silvestre, estará sujeta en todo tiempo a los lineamientos legales aplicable.	El proyecto que nos ocupa, en la etapa de ejecución de medidas de mitigación se señala un programa de rescate, ahuyentamiento y reubicación de especies de fauna silvestre, localizada sobre la zona del proyecto.	
AF 12 El ecoturismo en la zona de restauración está permitido, previo cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.	El proyecto no refiere para su proceso constructivo ninguna actividad diferente a la de construcción.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>AF 13 El aprovechamiento de productos no maderables se permitirá bajo el esquema de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMAS).</p>	<p>El proyecto no refiere para su proceso constructivo ninguna actividad de aprovechamientos no maderables.</p>	
<p>AF 14 La apertura de caminos de acceso, deberá considerar los lineamientos legales aplicables, de tal manera que los impactos por el cambio de utilización de terrenos forestales sean mínimos en ésta zona de restauración.</p>	<p>El proyecto no refiere para su proceso constructivo ninguna apertura de caminos de acceso paralelos a la troncal del proyecto.</p>	
<p>AF 15 Se permiten todas aquellas actividades que tengan como propósito el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales y su diversificación productiva, con el fin de promover la permanencia de la cubierta forestal.</p>	<p>El proyecto refiere para su proceso constructivo la remoción de vegetación forestal en ----ha, de las cuales, posteriormente al proceso constructivo, se implementara un programa de reforestación con fines de restauración, en las zonas de cambio de uso de suelo.</p>	
<p>AF 16 La agricultura, la ganadería y otras actividades productivas que requieran del cambio de utilización de terrenos forestales están prohibidas. Por excepción y por causas de interés público plenamente justificados o por consecuencia del propio manejo forestal, y de acuerdo con los lineamientos legales,</p>	<p>El proyecto que nos ocupa requiere de la autorización forestal respectiva, para actividades no forestales, lo que significa la construcción de un nuevo libramiento carretero.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

se podrán autorizar proyectos de cambio de utilización de terrenos forestales.		
AF 17 Para efectos del aprovechamiento forestal maderable y no maderable, los interesados deberán considerar lo señalados en las Leyes Forestal y su Reglamento, la Ley de Vida Silvestre, las Leyes General y Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	El proyecto no refiere para su proceso constructivo ningún aprovechamiento forestal maderable o no maderable.	
ASENTAMIENTOS HUMANOS		
AH 1 Se aplicará a los asentamientos humanos la política de consolidación de su desarrollo urbano.	Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.	
AH 2 Se aplicará a los asentamientos humanos la política de control a fin de minimizar su expansión física.	El proyecto no refiere para su proceso constructivo ninguna política de control de AH, distinta al procedimiento de liberación del DDV.	
AH 3 Se aplicará la política de impulso a los principales asentamientos del Corredor: Playa del Carmen, Tulum y nuevo centro de población al poniente de Akumal.	El proyecto no refiere para su proceso constructivo ninguna política de control de AH, distinta al procedimiento de liberación del DDV.	
AH 4 Sólo se permitirá la vivienda rural con densidad de población básica de una vivienda/ha (4.3	El proyecto no refiere para su proceso constructivo ninguna política de control de AH,	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>habitantes/ha) la que, para el caso de desarrollo de tipo ecoturístico, solo se permitirá como cabaña rustica para cuatro personas y constituidas con materiales locales, y no podrá rebasar agrupamientos de más de 5 cabañas por predio de 5 has.</p>	<p>distinta al procedimiento de liberación del DDV.</p>	
<p>AH 5 Las reservas territoriales deben mantener su cubierta vegetal original. Hasta en tanto no se incorporen al desarrollo a través de un Programa específico de Desarrollo Urbano.</p>	<p>El proyecto que nos ocupa, no fue trazado ni ocupa extensiones de terreno de alguna reserva territorial, anp's estatales y federales.</p>	
<p>AH 6 No se permite la utilización de nuevas reservas urbanas, mientras no exista un Programa de Desarrollo Urbano (PDU) debidamente aprobado.</p>	<p>El proyecto no refiere para su proceso constructivo ninguna política de control nuevos AH, distinta al procedimiento de liberación del DDV.</p>	
<p>AH 7 No se permite el establecimiento de nuevos asentamientos humanos, mientras no exista un Programa de Desarrollo Urbano debidamente aprobado.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>AH 8 En las áreas de dotación ejidal de las zonas urbanas de Akumal, Puerto Aventuras, Chemuyil y Puerto Morelos, se aplicará a los asentamientos una densidad bruta de 40 hab/ha.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>AH 9 Para los asentamientos humanos hasta 50,000 habitantes se deberá considerar la siguiente dotación: 1.0 mP 2P/hab de áreas verdes de acceso al público (jardín vecinal), más 1.1 mP 2P/hab de áreas verdes de acceso al público conformando un parque de barrio</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>AH 10 Para los asentamientos humanos de más de 50,000 habitantes se deberá de considerar la siguiente dotación: 1.0 m2/hab de áreas verdes de acceso al público (jardín vecinal), más 1.1 m2/hab de áreas verdes de acceso al público conformando un parque de barrio, más 2.0 m2/hab de áreas verdes de acceso al público conformando un parque urbano.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>AH 11 En zonas aptas para el desarrollo Urbano que colinden con alguna área natural, protegida, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento, según lo determine el PDU.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>AH 12 Los proyectos de urbanización deberán</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>sujetarse a un dictamen técnico Municipal antes del inicio de sus obras, a fin de evitar el desmonte innecesario del estrato arbóreo.</p>	<p>dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>AH 13 Se aplicará a las zonas urbanas una densidad bruta promedio de 60 hab/ha.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>AH 14 Se aplicará a las zonas urbanas una densidad bruta promedio de 70 hab/ha.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>AH 15 Se aplicará a las zonas urbanas una densidad bruta promedio de 100 hab/ha.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>AH 16 En los predios de vivienda unifamiliares de 300 mP 2P, o menos, se deberá conservar el 50% de la cobertura vegetal.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>AH 17 En los predios de vivienda unifamiliares de origen ejidal, se deberá conservar el 70% de la cobertura</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

vegetal, permitiendo la siembra de plantas comestibles locales.		
---	--	--

AH 18 En la elaboración del Programa de Desarrollo Urbano, se deberán identificar y proteger las áreas con procesos ecológicos y ecosistemas relevantes tales como zonas de recarga del acuífero, presencia de dolinas y cenotes así como flora y fauna con status de conservación y establecer las medidas que garanticen su permanencia.	Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.	
AH 19 Queda prohibido el aprovechamiento habitacional de sitios como reholladas, cuevas, cenotes, grietas y pozos naturales.	Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.	
AH 20 En las zonas suburbanas, así como las urbanas de origen ejidal, los lotes deberán ser unifamiliares y tener una superficie mínima de 1250 m P2P, quedando prohibida su subdivisión.	Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.	
AH 21 Los fraccionamientos habitacionales suburbanos o rurales tipo residencial sólo se permitirán en las áreas que al respecto establezcan los Programa de Desarrollo Urbano dentro de las manchas urbanas,	Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>a excepción del sector norte de la UGA I, comprendida entre el aeropuerto y la mancha urbana de Puerto Morelos.</p>		
<p>AH 22 El aprovechamiento de todos los predios comprendidos en las unidades de gestión ambiental (UGA's) urbanas, deberá ser regulado por la zonificación del uso de suelo, las etapas de crecimiento y las densidades de población establecidas en los PDU, no pudiendo modificar éstas, salvo que se reflejen en un nuevo PDU con vigencia legal.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>AH 23 El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, preverá el aprovechamiento gradual y progresivo de la mancha urbana, ocupando primeramente y hasta su saturación, el polígono inicial de su primera etapa, la cual esta comprendida desde la costa hasta la línea oeste que divide el polígono urbano paralela a la carretera federal con una superficie de 3,966.85 has. no permitiendo la realización de proyectos urbanos que alteren el aprovechamiento racional de las</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>infraestructuras disponibles, ni disponiendo del área de la siguiente etapa, hasta no tener demostrado que se haya agotado el área de la primera; proceso que se repetirá para el aprovechamiento de las 1,635.12 has correspondientes a la segunda y las 1,455.61 has. de la reserva urbana.</p>		
ACTIVIDADES PECUARIAS		
<p>APC 1 Solo se permite la actividad pecuaria intensiva.</p>	<p>El proyecto que nos ocupa, en ninguna de sus etapas del proceso constructivo refiere actividad alguna pecuaria.</p>	
<p>APC 2 Para el control de malezas se utilizarán compuestos biodegradables.</p>	<p>El proyecto que nos ocupa, en ninguna de sus etapas del proceso constructivo refiere actividad alguna pecuaria.</p>	
<p>APC 3 Esta prohibida la actividad pecuaria en zonas aledañas a los desarrollos turísticos y habitacionales</p>	<p>El proyecto que nos ocupa, en ninguna de sus etapas del proceso constructivo refiere actividad alguna pecuaria.</p>	
<p>APC 4 El uso de garrapaticidas o de otros compuestos químicos para el control de enfermedades en el ganado, deberá hacerse en sitios adecuados para ello y conforme a lo indicado por la SAGARPA.</p>	<p>El proyecto que nos ocupa, en ninguna de sus etapas del proceso constructivo refiere actividad alguna pecuaria.</p>	
<p>APC 5 El establecimiento de potreros se hará solo en sitios con vegetación perturbada.</p>	<p>El proyecto que nos ocupa, en ninguna de sus etapas del proceso constructivo refiere actividad alguna pecuaria.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

APC 6 Los excrementos se confinaran en sitios con malla impermeable para impedir la contaminación del suelo y subsuelo	El proyecto que nos ocupa, en ninguna de sus etapas del proceso constructivo refiere actividad alguna pecuaria.	
APC 7 Solo se permite la actividad pecuaria de autoconsumo.	El proyecto que nos ocupa, en ninguna de sus etapas del proceso constructivo refiere actividad alguna pecuaria.	
APC 8 Los excrementos resultantes de la actividad pecuaria deberán someterse a un tratamiento (composta o biodigestores) para evitar la contaminación de mantos freáticos y la proliferación de fauna nociva y malos olores.	El proyecto que nos ocupa, en ninguna de sus etapas del proceso constructivo refiere actividad alguna pecuaria.	
ACTIVIDADES PESQUERAS		

APS 1 Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la SEMARNAT, así como el permiso de pesca correspondiente.	El proyecto que nos ocupa, en ninguna de sus etapas del proceso constructivo refiere actividad alguna pesquera.	
APS 2 Queda prohibido el uso de químicos o aparato electrónicos y mecánicos para la captura de animales marinos de ornato.	El proyecto que nos ocupa, en ninguna de sus etapas del proceso constructivo refiere actividad alguna pesquera.	
CONSTRUCCIÓN		
C 1 Solo la superficie mínima indispensable para el proyecto	El presente proyecto para su ejecución, determina la etapa de preparación del sitio,	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

constructivo podrá ser despalmada.	inherente este al desmonte y despalme de la vegetación forestal.	
C 2 Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un programa de rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas, o en el mismo predio.	El presente proyecto para su ejecución, determina las medidas de mitigación que serán implementadas a la par de la ejecución de la obra, siguiendo a cabalidad, lo autorizado por la SEMARNAT en la validación de los programas ambientales.	
C 3 Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas como potreros y acahuals jóvenes, dentro del predio y sobre los sitios de desplante del proyecto, pero nunca sobre humedales, zona federal o vegetación natural.	Toda actividad inherente a la construcción del proyecto, como el asentamiento de campamentos, deberá de realizarse en zonas perturbadas o desprovistas de vegetación.	
C 4 Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo in situ de desechos sanitarios.	El presente proyecto para su ejecución, determina las medidas de mitigación que serán implementadas a la par de la ejecución de la obra, siguiendo a cabalidad, lo autorizado por la SEMARNAT en la validación de los programas ambientales. En este caso el empleo de un sanitario portátil por cada 12 trabajadores.	
C 5 Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo integral (minimización, separación, recolección y disposición) de desechos sólidos.	El presente proyecto para su ejecución, determina las medidas de mitigación que serán implementadas a la par de la ejecución de la obra, siguiendo a cabalidad, lo autorizado por la SEMARNAT	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

	en la validación de los programas ambientales. En este caso el seguimiento del programa de manejo de R.SU DE M.E Y P, en la obra.	
C 6 Durante las obras de canalización y dragado, se utilizarán mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos.	El presente proyecto para su ejecución, determina las medidas de mitigación que serán implementadas a la par de la ejecución de la obra, siguiendo a cabalidad, lo autorizado por la SEMARNAT en la validación de los programas ambientales. En este caso el seguimiento del programa de manejo de R.SU DE M.E Y P, en la obra.	
C 7 Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.	Una vez terminado la etapa de construcción, hasta ala etapa de operación, toda infraestructura diferente a la carretera, deberá de ser retirada.	
C 8 Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración de sitio.	Para la etapa de construcción del proyecto, cualquier cambio a proyecto autorizado, deberá de hacerse del conocimiento de la SEMARNAT, e efecto de que determine lo que en derecho proceda.	
C 9 El uso de explosivos, durante la construcción de cualquier tipo de obra, actividad, infraestructura, o desarrollo estará sujeto a estudio de impacto ambiental y a los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional.	El proyecto que nos ocupa, dentro de la etapa de construcción no contempla ala utilización de explosivos, en caso contrario se deberá de adecuar el acto a la norma escrita.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>C 10 No se permite la utilización de explosivos, excepto para la apertura de pozos domésticos de captación de agua potable aprobados por un Informe Preventivo Simplificado y en apego a los lineamientos de la SEDENA.</p>	<p>El proyecto que nos ocupa, dentro de la etapa de construcción no contempla ala utilización de explosivos, en caso contrario se deberá de adecuar el acto a la norma escrita., por lo que respecta a la captación de agua, esta será comprada de los establecimientos mercantiles, legalmente establecidos.</p>	
<p>C 11 No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación.</p>	<p>Todo material de corte y excavación deberá de disponerse a las zonas establecidas como bancos de tiro.</p>	
<p>C 12 Los Residuos Sólidos y Líquidos derivados de la Construcción deben contar con un programa integral de manejo y disponerse en confinamientos autorizados por el Municipio.</p>	<p>El presente proyecto para su ejecución, determina las medidas de mitigación que serán implementadas a la par de la ejecución de la obra, siguiendo a cabalidad, lo autorizado por la SEMARNAT en la validación de los programas ambientales. En este caso el seguimiento del programa de manejo de R.SU DE M.E Y P, en la obra.</p>	
<p>C 13 Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruidos provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.</p>	<p>El presente proyecto para su ejecución, determina las medidas de mitigación que serán implementadas a la par de la ejecución de la obra, siguiendo a cabalidad, lo autorizado por la SEMARNAT en la validación de los programas ambientales. En este caso el seguimiento del programa de manejo de R.SU DE M.E Y P, en la obra.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>C 14 No se permite la utilización de palmas de las especies <i>Thrinax radiata</i>, <i>Pseudophoenix sargentii</i>, y <i>Coccothrinax readii</i> (chit, cuca y nakás), como material de construcción excepto las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) o viveros autorizados.</p>	<p>El proyecto que nos ocupa, dentro de la etapa de construcción no contempla la utilización ni aprovechamiento de flora silvestre permitida por las UMAS.</p>	
<p>C 15 El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.</p>	<p>El proyecto contempla en su etapa de construcción el riego de agua en las zonas de compactación de terraplenes para evitar la dispersión de partículas de polvo.</p>	
<p>C 16 Todo material calizo, tierra negra, tierra de despalme, arena del fondo marino, piedra de muca, y residuos vegetales, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.</p>	<p>Todo material utilizado en la obra deberá de contar con su autorización respecto de su utilización. (Bancos de préstamo)</p>	
<p>C 17 Los campamentos de obras ubicadas fuera del centro de población no deberán ubicarse a una distancia menor de 4 km. de los centros de población.</p>	<p>Toda obra asociada al procedo de construcción deberá de ser colocada fuera del DDV del proyecto.</p>	
<p>C 18 Las cimentaciones no deben interrumpir la circulación del agua subterránea entre el humedal y el mar.</p>	<p>El proyecto que nos ocupa, no interfiere de ninguna manera en los procesos de captación y circulación del agua.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

C 19 Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación visual del paisaje.		
C 20 Las subestaciones eléctricas y depósitos de combustible, se ubicarán por lo menos a 5 Km de los límites máximos de crecimiento de los asentamientos habitacionales.	Para toda obra inducida dentro del proyecto, se deberá de acatar lo dispuesto en el presente ordenamiento.	
EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA		

El 1 Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de infraestructura.	En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.	
El 2 Solo se permite la instalación de infraestructura de carácter temporal.	En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.	
El 3 La instalación de infraestructura estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.	En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.	
El 4 La instalación de infraestructura estará sujeta al Programa de Manejo.	En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.	
El 5 Los asentamientos humanos y/o las actividades	Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto,	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.	deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.	
El 6 No se permite la ubicación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos, salvo las municipales y de particulares aprobados.	En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.	
El 7 Los programas de Desarrollo Urbano deberán incluir lineamientos para la disposición de desechos sólidos en áreas urbanas o en proceso de urbanización.	En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.	
El 8 Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.	No aplica el composteo en ninguna de las etapas de construcción del proyecto.	

El 9 Se promoverá la instalación de sanitarios secos composteros que eviten la contaminación del suelo y subsuelo y la proliferación de fauna nociva en las zonas suburbanas y rurales.	El presente proyecto para su ejecución, determina las medidas de mitigación que serán implementadas a la par de la ejecución de la obra, siguiendo a cabalidad, lo autorizado por la SEMARNAT en la validación de los programas ambientales. En este caso el empleo de un sanitario portátil por cada 12 trabajadores.	
El 10 Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos que	Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto,	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>incluyan clínicas, hospitales y centros médicos deberán contar con un sistema integral para el manejo y disposición de desechos biológico infecciosos.</p>	<p>deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>El 11 Los desarrollos turísticos y/o asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos líquidos y sólidos.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>El 12 Los desarrollos turísticos y los asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de las aguas residuales in situ, de acuerdo a la normatividad de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y demás normatividad aplicable vigente.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>El 13 Se prohíbe la canalización del drenaje pluvial hacia el mar y cuerpos de agua superficiales y en caso de ser necesaria la perforación de pozos de absorción para su solución, se deberá obtener la anuencia de la SEMARNAT y la Comisión Nacional del Agua.</p>	<p>En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>El 14 Deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial y sanitario en el diseño de calles y avenidas, además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 15 Las descargas sanitarias de los asentamientos humanos, en caso de ser factibles, deberán dirigirse a sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 16 Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 17 Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere la desactivación y disposición final de los lodos.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 18 Se deberá utilizar aguas tratadas para el riego de jardines y/o campos de golf. El sistema de riego deberá estar articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El 19 Queda prohibida la descarga de aguas residuales crudas al suelo y subsuelo.	ACTIVIDAD PROHIBIDA EN LA OBRA QUE NOS OCUPA	
El 20 No se permitirá la disposición final de aguas tratadas en el Manglar.	ACTIVIDAD PROHIBIDA EN LA OBRA QUE NOS OCUPA	
El 21 Quedan prohibidas las quemas de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el mantenimiento de derechos de vía.	ACTIVIDAD PROHIBIDA EN LA OBRA QUE NOS OCUPA	
El 22 Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	El proyecto que nos ocupa, presenta reforestación con tepes, para la estabilización de cortes y taludes.	
El 23 Los paramentos de los caminos de acceso deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	El proyecto que nos ocupa, no contempla la apertura de caminos de acceso.	
El 24 No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en la orilla de los caminos.	En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.	
El 25 Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	El proyecto que nos ocupa, no contempla la apertura de caminos de acceso.	
El 26 Se prohíbe la realización de caminos sobre manglares.	El proyecto que nos ocupa, no contempla la apertura de caminos de acceso ni mucho menos en zona de mangle.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>El 27 Los caminos que se construyan sobre zonas inundables deberán realizarse sobre pilotes o puentes, evitando el uso de alcantarillas, de tal forma que se conserven los flujos hidrodinámicos, así como los corredores biológicos.</p>	<p>El proyecto que nos ocupa contempla en su parte integral la construcción de 3 entronques, mismos que serán construidos a desnivel, tal como lo indica la geometría del proyecto.</p>	
<p>El 28 Se prohíbe la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos.</p>	<p>Toda disposición final de residuos, deberá de hacerse con empresa certificada y autorizada para ello.</p>	
<p>El 29 La infraestructura aeroportuaria deberá contar con sistemas de recuperación de grasas, aceites y combustibles.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 30 La instalación de marinas está sujeta a la autorización de impacto ambiental.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 31 La instalación de marinas deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 32 La instalación de marinas estará supeditada a los estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 33 La construcción de los muelles estará sujeta a estudios geohidrológicos especiales y apego a normas</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

internacionales.		
El 34 La construcción de muelles permanentes deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
El 35 Solo se permite la construcción de embarcaderos rústicos de madera, con excepción de las UGA's con política de protección, restauración y Áreas naturales Protegidas en donde no se permite su construcción.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
El 36 No se permite la construcción de muelles.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
El 37 No se permite la construcción de embarcaderos.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
El 38 Se desarrollarán programas para la instalación de fuentes alternativas de energía.	En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.	
El 39 En campos de golf solo se permite utilizar fertilizantes y pesticidas biodegradables.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
El 40 El área de desplante para los campos de golf deberá respetar el porcentaje de cobertura vegetal definido para la UGA.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>El 41 La autorización de campos de golf está sujeta a una evaluación de impacto ambiental, modalidad regional.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 42 En vialidades, zonas adyacentes a los “fairway”, “tees” y “greens” de los campos de golf, se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 43 Se prohíben los campos de golf.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 44 Solo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación y rescate de la zona arqueológica.</p>	<p>El presente proyecto se ejecuta fuera del área establecida como zona arqueológica.</p>	
<p>El 45 Se prohíbe la construcción de viviendas y áreas habitacionales dentro del derecho de vía de los tendidos de alta tensión.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto todo asentamiento humano dentro del DDV del proyecto, deberá de ser reubicado, dentro del margen de los procedimientos de la liberación del DDV.</p>	
<p>El 46 Se prohíbe el desarrollo inmobiliario alrededor de los campos de golf.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 47 En las áreas previstas para campos de golf de las zonas turísticas urbanas, se deberá conservar por lo menos el 65% de la vegetación nativa.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>El 48 Todo proyecto de desarrollo turístico en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre, por lo que en la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona, debiendo proveer accesos a ésta, en el caso de que se carezca de ellos. Eventualmente, podrá permitirse la reubicación de los accesos existentes, cuando los proyectos autorizados así lo justifiquen.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 49 No deberá permitirse la instalación de infraestructura de comunicación (postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico.</p>	<p>En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.</p>	
<p>El 50 En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>El 51 Se prohíbe la construcción de nuevos</p>	<p>El presente proyecto se ejecuta fuera del área</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

caminos perpendiculares a la costa.	establecida como zona costera.	
El 52 El camino paralelo a la costa debe construirse en el ecotono entre la duna posterior y el humedal, dejando pasos y accesos para la fauna.	El presente proyecto se ejecuta fuera del área establecida como zona costera.	
El 53 Los caminos ya existentes sobre humedales deberán adecuarse con obras, preferentemente puentes, que garanticen los flujos hidrodinámicos y el libre tránsito de fauna, tanto acuática como terrestre.	El presente proyecto se ejecuta fuera del área establecida como zona costera, humedal y el proyecto que nos ocupa se presenta como obra nueva.	
El 54 Se prohíbe la construcción u operación de fosas sépticas cercanas a pozos de agua potable, debiendo reconvertir a sistemas alternativos de manejo de desechos las fosas sépticas que existan en esta condición.	ACTIVIDAD PROHIBIDA EN LA OBRA QUE NOS OCUPA	
El 55 Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
El 56 En el sector norte de la UGA I, comprendido entre el aeropuerto y la mancha urbana de Puerto Morelos, solo se podrá construir un relleno sanitario		

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

con una superficie máxima de 100 ha, el cual deberá incorporar nuevas tecnologías en el transporte, reciclaje y disposición de los desechos.		
--	--	--

FLORA Y FAUNA		
FF 1 Se prohibí la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.	El proyecto que nos ocupa, dentro de la etapa de construcción no contempla la utilización ni aprovechamiento de recursos forestales.	
FF 2 Los desarrollos turísticos y/o habitacionales, deberán minimizar el impacto a las poblaciones de mamíferos, reptiles y aves, en especial el mono araña.	Por la construcción del libramiento Tulum, se presentan medidas de mitigación tendientes a minimizar el impacto en la fauna silvestre en la región entre ellos el mono araña.	
FF 3 Se prohíbe la captura de mamíferos marinos.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 4 En los caminos y calles, se deberá conservar y promover la conectividad de las copas de los árboles para permitir la movilización de la fauna silvestre.	Por la construcción del libramiento Tulum, se presentan medidas de mitigación tendientes al rescate y reubicación de flora silvestres, y especies forestales en la zona de afectación del proyecto.	
FF 5 Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de impacto ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>FF 6 En las playas de arribazón de tortugas sólo se permite la instalación de infraestructura fuera del área de influencia marina que será de 50 metros después de la línea de marea alta o lo que, en su caso, determinen los estudios ecológicos.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>FF 7 Durante el período de anidación los propietarios del predio deberán coordinarse con la autoridad competente para la protección de las áreas de anidación de tortugas.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>FF 8 La autorización de actividades en sitios de anidación de tortugas, estará sujeta al programa de manejo.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>FF 9 Se prohíbe alterar las dunas y playas en áreas de arribazón de tortugas.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>FF 10 En playas de arribazón de tortugas se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>FF 11 En las áreas adyacentes a las playas de arribazón de tortugas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ámbar, para garantizar la arribazón de las tortugas, debiendo restringirse alturas e inclinación en</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

función de estudios específicos.		
FF 12 Se prohíbe el tránsito de vehículos automotores sobre la playa salvo el necesario para acciones de vigilancia y mantenimiento autorizados.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 13 Se realizara la señalización de las áreas de paso y uso de las tortugas marinas durante la época de anidación y desove de la tortuga marina.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 14 En playas de arribazón de tortugas no se permite el acceso a ganado vacuno, porcino, caballar, ovino o de cualquier otra índole, la introducción de especies exóticas, ni el acceso de perros y gatos, así como la permanencia de residuos fecales de los mismos en la playa.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 15 En las áreas verdes deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original según la especie.	Por el desarrollo del proyecto, se deberá de remover vegetación forestal en ---- ha, situación que dispondrá en la implementación de un programa de reforestación con especies nativas en la región.	
FF 16 Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo lo que	Para el desarrollo del presente proyecto, la captura que se realizara a especies de fauna silvestre, fuera y dentro del DDV, será únicamente con	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

la Ley General de Vida Silvestre prevea.	finas de rescate, identificación y ulterior liberación 750 mts fuera del DDV.	
FF 17 Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados.	Para el desarrollo del presente proyecto, se instalara un vivero con la finalidad de resguardar las especies de flora rescatas por la zona de afectación del proyecto, asi mo la germinación del germoplasma, para fines ulteriores de reforestación de individuos mayores a 1.30 mts de altura.	
FF 18 Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.	La utilización de compuestos químicos, quedara prohibida para todas las etapas de construcción del proyecto que nos ocupa.	
FF 19 Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.	No aplica para el proyecto.	
FF 20 No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizado por la SEMARNAT.	Para el desarrollo del presente, para todo personal inherente a la obra, queda prohibida la extracción de flora silvestre en la zona.	
FF 21 Se prohíbe el aprovechamiento de las plantas <i>Thrinax radiata</i> , <i>Pseudophoenix sargentii</i> , <i>Chamaedorea seifrizii</i> , <i>Coccothrinax readii</i> y <i>Beaucarnea ameliae</i> (chit, cuca, xiat, nakás y despeinada o tsipil) y todas	Para el desarrollo del presente, para todo personal inherente a la obra, queda prohibida la extracción de flora silvestre en la zona.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

las especies de orquídeas, a excepción de las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS)		
FF 22 Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	Para el proceso de reforestación, esta será realizada con especies endémica de la región y no de flora nociva o introducida.	
FF 23 Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar Casuarina equisetifolia y se restablecerá la flora nativa.	Para el proceso de reforestación, esta será realizada con especies endémica de la región y no de flora nociva o introducida.	
FF 24 En las áreas verdes se emplearán plantas nativas y se restringirán aquellas especies que sean perjudiciales a esta flora.	Para el proceso de reforestación, esta será realizada con especies endémica de la región y no de flora nociva o introducida.	
FF 25 Se prohíbe la alteración y remoción de pastos del fondo marino.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 26 Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 27 La ubicación y construcción de puntos de anclaje estará sujeta a estudios específicos.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

FF 28 No se permitirá el anclaje de embarcaciones en un radio menor de 35 m inmediatos al arrecife.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 29 El anclaje de embarcaciones solo se permitirá en zonas de arenales y ceibadales.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 30 No se permitirá la recolección, remoción o transplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales, ni arrojar ningún tipo de desperdicios en los arrecifes.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 31 Se prohíbe la construcción de estructuras promotoras de playa en forma de espigón	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
F 32 Se prohíben los dragados, apertura de canales, boca y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina y la línea de costa.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 33 Los desarrollos nuevos y/o existentes deberán garantizar la permanencia de las poblaciones de cocodrilos.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 34 En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM ECOL-059-1994, deberán realizarse los estudios	Para el estudio ambiental que se presenta por la ejecución del proyecto, se hace señalamiento a las especies de	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

necesarios para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.	flora y fauna silvestre, si están o no en la norma aludida y bajo que característica, señalando para cada caso en concreto las medidas de mitigación pertinentes.	
FF 35 Se prohíbe la construcción de cualquier tipo de estructura promotora de playa.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
FF 36 Se prohíben los dragados y explosivos en áreas de manglar.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
INDUSTRIA		
I I Se permitirá el establecimiento de agroindustrias, solo bajo los siguientes lineamientos: tipo de agroindustria: pesquera y agropecuaria; intensidad de uso del suelo: intensivo; tipo de emplazamiento (localización): Parques y puertos industriales; ubicación: concentrado; localización respecto al centro de población: fuera del centro de población; y mezcla con otros usos del suelo: mezclado entre sí según su escala, dentro de zonas con política ecológica de aprovechamiento y/o conservación.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>I 2 Se permitirá el establecimiento condicionado de la actividad industrial artesanal de bajo impacto, que no genere humos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía con las siguientes restricciones: tipo de industria: artesanal; intensidad de uso del suelo: intensivo; tipo de emplazamiento: parque industrial, zona urbana; ubicación: concentrada; localización respecto al centro de población: dentro o en la periferia; y mezcla con otros usos del suelo: mezclado entre sí según su escala, dentro de zonas con política ecológica de aprovechamiento y/o conservación.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
--	--	--

<p>I 3 Se permitirá el establecimiento condicionado de la actividad industrial ligera y de riesgo bajo que no genere humos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía, con las siguientes restricciones: tipo de industria:</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
--	--	--

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>ligera como industria de bajo impacto y de riesgo bajo, manufacturas menores, maquila de ropa, almacenes, bodegas y mayoreos, talleres de servicios y ventas especializadas; intensidad de uso del suelo: intensivo; tipo de emplazamiento: parque industrial; ubicación: concentrada; localización respecto al centro de población: en la periferia; y mezcla con otros usos del suelo: mezclado entre sí según su escala, dentro de zonas con política ecológica de aprovechamiento.</p>		
<p>I 4 Las zonas industriales y talleres ubicados dentro de las zonas urbanas, deberán contar con zonas de amortiguamiento, delimitadas por barreras naturales o artificiales que disminuyan los efectos de ruido y contaminación ambiental, incluida la visual.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MANEJO DE ECOSISTEMAS</p>		
<p>MAE 1 En las playas sólo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera o asoleaderos.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MAE 2 Las acciones tendientes a establecer medidas para el</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

control de la erosión en la zona costera estarán sujetas a Manifestación de Impacto Ambiental, la que deberá analizar con detalle las implicaciones que éstas generen en los predios colindantes.		
MAE 3 No se permite modificar el contorno costero, eliminar manglar y pastos marinos, alterar la calidad del agua, ni hacer relleno del litoral rocoso a excepción de andadores de acceso a la costa y asoleaderos con piso de arena.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 4 No se permite encender fogatas en las playas.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 5 Se prohíbe la extracción de arena de playas, dunas y lagunas costeras.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

MAE 6 Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 7 No se permite la infraestructura recreativa y de servicios en el cordón de las dunas frontal.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 8 La construcción de edificaciones podrá llevarse a cabo después del cordón de dunas, a una distancia	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

no menor de 40 m. de la Zona Federal y en altura máxima de 6 m.		
MAE 9 No deberán realizarse nuevos caminos sobre dunas.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 10 Solo se permite la construcción de accesos peatonales elevados y transversales sobre las dunas.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 11 No se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de las dunas, ni la modificación de éstas.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 12 La utilización de los humedales estará sujeta a la autorización de impacto ambiental que garantice el mantenimiento de los procesos geohidrológicos, calidad de agua, flujo de nutrientes y diversidad biológica	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 13 Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de cuerpos de agua, cenotes, lagunas, rejolladas y manglar.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 14 Complementario a los sistemas de abastecimiento de agua potable, en todas las construcciones se	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

deberá contar con infraestructura para la captación de agua de lluvia.		
MAE 15 El aprovechamiento de aguas subterráneas deberá garantizarse con estudios geohidrológicos, aprobadas por la CNA para justificar que la extracción no produce intrusión salina.	El presente proyecto no refiere en ninguna parte del proceso constructivo el aprovechamiento de agua.	
MAE 16 En las áreas urbanizadas, las áreas verdes conservaran la cubierta correspondiente al estrato arbóreo.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 17 Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 18 Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona perimetral a los cuerpos de agua.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 19 Sólo se permite desmontar hasta el 35% de la cobertura vegetal del predio.	La superficie a desmontar será previamente solicitara en el estudio técnico justificativo en el momento procesal oportuno, ante la DGGFS, DE LA SEMARNAT.	
MAE 20 Sólo se permite desmontar hasta el 25% de la cobertura vegetal del predio.	La superficie a desmontar será previamente solicitara en el estudio técnico justificativo en el momento procesal oportuno, ante la DGGFS, DE LA SEMARNAT.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>MAE 21 Sólo se permite desmontar hasta el 15% de la cobertura vegetal del predio, con excepción del polígono de la UGA 7 que incluye el área de X'cacel-X'cacelito.</p>	<p>La superficie a desmontar será previamente solicitara en el estudio técnico justificativo en el momento procesal oportuno, ante la DGGFS, DE LA SEMARNAT.</p>	
<p>MAE 22 Para cualquier despalme de la cobertura vegetal en predios privados, además de la SEMARNAT, será necesario contar con la aprobación del Instituto Nacional de Antropología e Historia.</p>	<p>La superficie a desmontar será previamente solicitara en el estudio técnico justificativo en el momento procesal oportuno, ante la DGGFS, DE LA SEMARNAT.</p>	
<p>MAE 23 La reforestación deberá realizarse con flora nativa.</p>	<p>Para el proceso de reforestación, esta será realizada con especies endémica de la región y no de flora nociva o introducida.</p>	
<p>MAE 24 No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MAE 25 No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliación de los cenotes y la remoción de la vegetación, salvo en caso de rescate, previo estudio de impacto ambiental.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MAE 26 Se prohíbe el desmonte, despalme o modificaciones a la topografía en un radio de 50 m. alrededor de</p>	<p>Para la etapa de construcción del proyecto que nos ocupa la preparación del sitio, en lo que respecta a desmonte o despalme, se deberá de</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

los cenotes, dolinas y/o cavernas.	atender lo mandado en el presente ordenamiento	
MAE 27 La utilización de cavernas y cenotes estará sujeta a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la biodiversidad; promoviendo además la autorización para su uso ante la Comisión Nacional del Agua.	El presente proyecto no requiere en su parte integral de proceso de construcción de obra la utilización de cavernas, dolinas y cenotes.	
MAE 28 Con excepción de la sección norte de la UGA I comprendida entre el aeropuerto de Cancún y la mancha urbana de Puerto Morelos, sólo se permite desmontar hasta el 5% de la cobertura vegetal del predio.	La superficie a desmontar será previamente solicitara en el estudio técnico justificativo en el momento procesal oportuno, ante la DGGFS, DE LA SEMARNAT.	
MAE 29 Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de fauna silvestre.	El presente proyecto al tratarse de una nueva carretera, conllevara el sentido de fragmentación del ecosistema, situación por la cual se debe de proyectar y construir obras civiles, que garanticen la conectividad y movilidad de un lado al otro de la carretera.	
MAE 30 En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes naturales principales.	El presente proyecto en su proceso de construcción al realizar las obras de drenaje respectivas, estas deberán de	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

	acatar lo mandado en el presente ordenamiento.	
MAE 31 Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y reflujo superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 32 Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	En el proceso constructivo de la obra que nos ocupa al realizar los cortes respectivos y acondicionamientos del terraplén se deberá de respetar los escurrimientos pluviales.	
MAE 33 Se promoverá el control integrado en el manejo de plagas, tecnologías, espacio y disposición final, de envases de plaguicidas.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
MAE 34 En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se deberá restaurar el área explotada con vegetación nativa.	Las áreas destinadas para el cambio de uso de suelo, serán equivalentemente proporcionales a las áreas que se reforestaran fuera del DDV, desprovistas de vegetación deberá de reforestarse con vegetación nativa.	
MAE 35 En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación deberá llevarse a cabo con una intensidad mínima de 500 árboles/ha.	Las áreas destinadas para el cambio de uso de suelo, serán equivalentemente proporcionales a las áreas que se reforestaran fuera del DDV, desprovistas de vegetación, deberá de reforestarse con vegetación nativa.	
MAE 36 En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la	Las áreas destinadas para el cambio de uso de suelo, serán equivalentemente proporcionales a las áreas que	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>reforestación podrá incorporar ejemplares obtenidos de rescate de vegetación del desplante de los desarrollos turísticos.</p>	<p>se reforestaran fuera del DDV, desprovistas de vegetación, deberá de reforestarse con vegetación nativa.</p>	
<p>MAE 37 En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, se deberá asegurar la reproducción de la vegetación plantada, reponiendo en su caso, los ejemplares que no sobrevivan.</p>	<p>Las áreas destinadas para el cambio de uso de suelo, serán equivalentemente proporcionales a las áreas que se reforestaran fuera del DDV, desprovistas de vegetación, deberá de reforestarse con vegetación nativa.</p>	
<p>MAE 38 En los bancos de préstamo pétreo, se deberá garantizar que no exista infiltración de lixiviados de desechos sólidos y/o líquidos en el acuífero.</p>	<p>El presente proyecto en todo momento se deberá de atender el programa de manejo de residuos S.U, de M.E y P.</p>	
<p>MAE 39 Se prohíbe el despalle.</p>	<p>Se deberá de atender lo señalado en la norma en el lugar que indique</p>	
<p>MAE 40 Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento del sitio arqueológico.</p>	<p>El presente proyecto no ocupa superficies en zonas arqueológicas.</p>	
<p>MAE 41 En los bancos de préstamo de material pétreo que ya no tengan autorización y se deseen emplearse para el composteo y separación de desechos sólidos, se deberá garantizar que no exista infiltración de</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>los lixiviados, prohibiendo utilizar los que tengan afloramiento del manto freático.</p>		
<p>MAE 42 Las casas habitación en zonas rurales y/o suburbanas donde no existan redes de drenaje, deberán tener un sistema de tratamiento de aguas residuales propio, el agua tratada deberá ser empleada para riego de jardines.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MAE 43 Se deberá restaurar la estructura original de la costa.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MAE 44 Las áreas sujetas a compensación ambiental y manglares no podrán utilizarse para ninguna actividad productiva.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MAE 45 El aprovechamiento, tala y relleno del manglar en ningún caso deberá de exceder el 10% de la cobertura incluida en el predio y deberá realizarse de tal forma que no se afecte la continuidad y calidad de los procesos hidrodinámicos y dinámica poblacional de las especies de manglar, así mismo deberá garantizarse la permanencia del 90% de manglar restante. La porción a desmontar no deberá</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

rebasar el porcentaje de despalme permitido para el predio.		
<p>MAE 46 Los campos de golf deberán establecerse preferentemente en terrenos ya impactados, no recientemente, como potreros, bancos de materiales abandonados, y áreas deforestadas que solo contengan vegetación secundaria.</p>	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
<p>MAE 47 El aprovechamiento de los cuerpos de agua se deberá justificar con estudios geohidrológicos aprobados por la Comisión Nacional del Agua.</p>	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
<p>MAE 48 Solo se permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes.</p>	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
<p>MAE 49 En las áreas verdes solo se permite sembrar especies de vegetación nativa.</p>	Las áreas destinadas para el cambio de uso de suelo, serán equivalentemente proporcionales a las áreas que se reforestaran fuera del DDV, desprovistas de vegetación, deberá de reforestarse con vegetación nativa.	
<p>MAE 50 En las unidades aptas para la protección ecológica, únicamente se permitirá llevar a cabo las</p>	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>actividades recreativas, científicas o ecológicas, que contemple el programa de manejo que se diseñe para tal efecto.</p>		
<p>MAE 51 En las inmediaciones de áreas urbanas que hayan sido afectadas por desmontes o por sobreexplotación forestal, se deberán establecer programas continuos de reforestación con especies nativas.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MAE 52 La reforestación en áreas urbanas y turísticas deberá realizarse con flora nativa, o aquella tropical que no afecte a esta misma vegetación, que no perjudique el Desarrollo Urbano y que sea acorde al paisaje caribeño.</p>	<p>Las áreas destinadas para el cambio de uso de suelo, serán equivalentemente proporcionales a las áreas que se reforestaran fuera del DDV, desprovistas de vegetación, deberá de reforestarse con vegetación nativa.</p>	
<p>MAE 53 Se prohíbe la utilización de fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal y/o quema de desechos vegetales producto del desmonte.</p>	<p>Se prohíbe el uso del fuego en todas las etapas del procedimiento constructivo.</p>	
<p>MAE 54 Las áreas que se afecten sin autorización, por incendios, movimientos de tierra, productos o</p>	<p>Las áreas destinadas para el cambio de uso de suelo, serán equivalentemente proporcionales a las áreas que se reforestaran fuera del DDV, desprovistas de vegetación,</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>actividades que eliminen y/o modifiquen la cobertura vegetal no podrán ser comercializados o aprovechados para ningún uso en un plazo de 10 años y deberán ser reforestados con plantas nativas por sus propietarios, previa notificación al municipio.</p>	<p>deberá de reforestarse con vegetación nativa.</p>	
<p>MAE 55 Se prohíbe la acuicultura en cuerpos de agua naturales.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MAE 56 Se prohíben las actividades recreativas marinas en el periodo de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MAE 57 Salvo autorización Federal y/o de la Comisión Nacional del Agua, en bancos de materiales pétreos no se permite excavar por debajo del manto freático.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MAE 58 Se permite despallar hasta el 80% de la cobertura vegetal del predio. El 20 % restante deberá ser conservado en sus características originales y será responsabilidad del propietario del predio hacer las acciones necesarias de mejoramiento de sus hábitats y conservación de su biodiversidad.</p>	<p>Las áreas destinadas para el cambio de uso de suelo, serán equivalentemente proporcionales a las áreas que se reforestaran fuera del DDV, desprovistas de vegetación, deberá de reforestarse con vegetación nativa.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>MAE 59 Para la zona comprendida entre la carretera federal y el Área Natural Protegida de X'cachel-X'cachelito, solo se permite desmontar hasta el 10 % de la cobertura vegetal del predio.</p>	<p>El presente proyecto no ocupa área señalada como protegida, federal o estatal.</p>	
<p>MAE 60 En la sección norte de la UGA I comprendida entre el aeropuerto de Cancún y la mancha urbana de Puerto Morelos, solo se permite desmontar hasta el 15% de la cobertura vegetal del predio.</p>	<p>El área de influencia del proyecto no entra dentro de la UGA I</p>	
<p>MAE 61 En la sección norte de la UGA 9, ubicada al sur del aeropuerto de Cancún, se permite despallar hasta el 25% de la cobertura vegetal del predio, no siendo el caso para la definición de la densidad neta, para lo cual se aplicará el 15% de despalle.</p>	<p>El área de influencia del proyecto no entra dentro de la UGA I</p>	
<p>MINERÍA</p>		

<p>MI 1 Solo se permite la extracción de materiales calizos con estricto cumplimiento de la normatividad aplicable en la materia.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MI 2 Para la explotación de nuevos bancos de préstamo de</p>	<p>En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>materiales pétreos deberá presentarse un estudio de riesgo, autorizado por las autoridades competentes.</p>	<p>actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.</p>	
<p>MI 3 La ubicación de nuevas áreas de extracción de materiales pétreos será definida mediante la realización de un estudio de potencialidades autorizado por la SEDUMA.</p>	<p>En el proceso de construcción de la obra que nos ocupa, todo actividad a realizar, deberá de estar sustentada y autorizada por la autoridad competente.</p>	
<p>MI 4 No se permitirá la ubicación de bancos de préstamo de material en sitios aledaños al poniente de esta vía de comunicación, y a no menos de 200 metros del derecho de vía.</p>	<p>No aplica para el proyecto.</p>	
<p>MI 5 En los bancos de materiales, conforme se vaya avanzando en los frentes de trabajo, deberá irse restaurando el suelo de los frentes agotados, evitando dejar interfaces sin vegetación, pudiendo preverse para el tráfico interno, un área sin restaurar no mayor al 20% de la etapa aprovechada, lo que, periódicamente, deberá ser notificado a la autoridad competente para su supervisión y aprobación.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>MI 6 Al término de explotación de un banco de materiales, éste deberá quedar restaurado en su totalidad, con vegetación autóctona, promoviendo entre otros, el uso de material de composteo y bajo la supervisión de la autoridad competente.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>MI 7 Para prevenir la erosión y desestabilización de las paredes de los bancos de material y evitar desplomes internos o daños a los suelos colindantes, se preverá la construcción de obras de contención, con materiales del mismo banco, evitando dejar taludes con ángulo de reposo mayores al 45%.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TURISMO</p>		

<p>TU 1 Se podrán llevar a cabo desarrollos turísticos con una densidad neta de hasta 60 cuartos/ha. en el área de desmonte permitida.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 2 Se podrán llevar a cabo desarrollos turísticos con una densidad neta de hasta 40 cuartos/ha. en el área de desmonte permitida.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>TU 3 Se podrán llevar a cabo desarrollos turísticos con una densidad neta de hasta 30 cuartos/ha. en el área de desmonte permitida.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 4 En las zonas urbanas solo se permitirán los usos turísticos en las zonas y con las densidades que al respecto les establezca su programa de desarrollo urbano, en el cual la zona turística no podrá exceder el 10% de la superficie de la unidad de gestión ambiental, comprendiendo en ésta los campos de golf con desarrollo inmobiliario.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 5 Se prohíbe la construcción de cuartos hoteleros.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 6 La visita a las áreas arrecifales deberá estar sujeto a estudios específicos.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 7 Se prohíbe la utilización de embarcaciones motorizadas en caletas y cenotes costeros.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 8 Las actividades náuticas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

TU 9 No se permite el acuatizaje de hidroaviones.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 10 Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 11 Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 12 En el espeleobuceo no se permitirá molestar, capturar o lastimar a la fauna cavernícola ni modificar, ni alterar o contaminar el ambiente de la caverna.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 13 Solo se permitirá el uso eco turístico del manglar y los humedales bajo las modalidades de contemplación de la naturaleza, senderismo, campismo y paseos fotográficos.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 14 Solo se permite la práctica del campismo, rutas interpretativas, observación de flora y fauna y paseos fotográficos.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>TU 15 Las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación arbórea del Corredor que es de 12.0 m.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 16 La construcción de hoteles e infraestructura asociada ocupará como máximo el 30% del frente de playa del predio que se pretenda desarrollar.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 17 La construcción de hoteles e infraestructura asociada ocupará como máximo el 10% del frente de playa del predio que se pretenda desarrollar.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 18 Las actividades turísticas y/o recreativas estarán sujetas a estudios ecológicos especiales que determinen áreas y horarios de actividades, así como la capacidad de carga de conformidad con la legislación vigente en la materia.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 19 No se permitirá la práctica de ningún tipo de deporte acuático motorizado a menos de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>TU 20 No se permitirá el uso de plataformas o embarcaciones para fines de buceo y esnorqueleo masivos.</p> <p>TU 21 En los casos en que las zonas aptas para el turismo colinden con alguna área natural protegida, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas, a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p> <p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 22 En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 23 Excepto lo mencionado en el criterio TU 22, en las actividades y los desarrollos turísticos, el área no desmontada quedará distribuida perimetralmente alrededor del predio y del conjunto de las edificaciones e infraestructura construidas.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>TU 24 En las actividades y desarrollos turísticos, el cuidado conservación y mantenimiento de la vegetación del área no desmontada es obligación de los dueños del desarrollo o responsable de las actividades mencionadas, y en caso de no cumplir dicha obligación, se aplicarán las sanciones correspondientes conforme a la normatividad aplicable vigente.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 25 La práctica de cualquier tipo de deporte acuático motorizado, deberá contar con las autorizaciones correspondientes y garantizar la seguridad de los bañistas. Estableciendo las zonas de entradas y salidas de embarcaciones(entradas y rutas).</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 26 Sólo se permite la navegación de embarcaciones en tránsito y de acuerdo a las rutas establecidas.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 27 No se permite la práctica de actividades recreativas que requieran el uso de equipos motorizados acuáticos como acuamotos y lanchas de arrastre para skies, paracaídas, y deslizadores, en</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

las lagunas arrecifales y en las proximidades de las formaciones coralinas.		
TU 28 Solo se permite la utilización de lagunas costeras y arrecifales para el aterrizaje de hidroaviones, con fines de inspección, vigilancia, investigación y emergencias.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 29 Se prohíbe tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse de las formaciones arrecifales.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 30 En el buceo libre, autónomo y la natación se prohíbe el uso de guantes y cuchillo.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 31 Se prohíbe la pesca de cualquier tipo.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 32 En los canales de acceso a las lagunas arrecifales sólo se permiten embarcaciones en tránsito.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 33 En los canales de acceso a las lagunas arrecifales no se permiten ningún tipo de actividades recreativas, culturales, de esparcimiento, de superficie o subacuáticas diurnas o nocturnas.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 34 Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>instructores o guías, deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.</p>		
<p>TU 35 Se prohíbe la realización de torneos, concursos o eventos náuticos motorizados de superficie o subacuáticas en las lagunas arrecifales.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 36 Deberán señalizarse los canales de acceso a las lagunas arrecifales.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 37 Queda prohibido realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas, con excepción de casos de emergencia en la que se exponga la seguridad de vidas humanas.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	
<p>TU 38 Queda prohibida la navegación de embarcaciones de motor de 1.5 o mas metros de calado en las lagunas arrecifales.</p>	<p>No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.</p>	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

TU 39 Queda prohibido mantener la embarcación motorizada estacionaria o circular sin destino definido, en las lagunas arrecifales.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 40 Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
U 41 Se prohíbe el uso de motores de dos tiempos en actividades turísticas marítimas.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

TTU 42 Se prohíbe el uso de plataformas marinas, o artefactos que funcionen como tales.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 43 En las Zonas Arqueológicas solo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avaladas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 44 Antes de efectuar cualquier tipo de desarrollo e infraestructura se deberá efectuar un reconocimiento arqueológico y notificar al Instituto Nacional de Antropología e Historia de cualquier vestigio o sacbé (camino blanco maya) que se encuentre.	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	
TU 45 Se consideran como equivalentes:	No aplica por tratarse este de un proyecto de infraestructura vial carretera.	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<ul style="list-style-type: none"> • Una villa a 2.5 cuartos de hotel. • Un departamento, estudio o llave hotelera a 2.0 cuartos de hotel. • Un cuarto de clínica hotel a 2.0 cuartos de hotel • Un camper sencillo y cuarto de motel a 2.0 cuartos de hotel. • Un cuarto de motel a 1 cuarto de hotel. • Una Junior suite a 1.5 cuarto de hotel. • Una suite a 2 cuartos de hotel. <p>Se define como cuarto hotelero tipo al espacio de alojamiento destinado a la operación de renta por noche, cuyos espacios permiten brindar al huésped servicios sanitarios, área dormitorio para dos personas, guarda de equipaje y área de estar; no incluirá locales para preparación o almacenamiento de alimentos y bebidas. La cuantificación del total de cuartos turísticos incluye las habitaciones necesarias del personal de servicio, sin que esto incremente su número total.</p>		
---	--	--

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Figura 2.- Ubicación del trazo (PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL REGIÓN CANCÚN TULUM)

Áreas prioritarias dentro del SAR

A continuación, se presentan las áreas prioritarias las cuales son catalogadas como zonas de importancia para la conservación biológica y ecológica.

Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)

Región Hidrológica Prioritaria (RHP)



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Región Terrestre Prioritaria (RTP)

Las RTPs corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

SIAN KA'AN-UAYMIL-XCALAK

- A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Coordenadas extremas: Latitud N: 18° 10' 48" a 20° 07' 12" Longitud W: 87° 24' 36" a 88° 07' 48" Entidades: Quintana Roo. Municipios: Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco. Localidades de referencia: Chetumal, QR; Felipe Carrillo Puerto, QR; Tulum, Q. Roo; Limones, QR; Xcalki, QR B.
- B. SUPERFICIE Superficie: 6,808 km² Valor para la conservación: 3 (mayor a 1,000 km²) C. CARACTERÍSTICAS GENERALES Región definida como prioritaria en función a la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación. Existe un alto nivel de conocimiento. Comprende las ANP de Sian Ka'an y Uaymil, la península meridional de Quintana Roo (región Majahual-Xcalak) que bordea la bahía de Chetumal. Predomina la vegetación de selva baja subperennifolia, el manglar y la vegetación de zonas inundables, en un área con baja presencia de población humana (poblados costeros a lo largo de la comunicación carretera Cafetal-Majahual-Santa Cecilia y del entronque de Majahual hacia Tampalam). Presenta continuidad y comunicación con las otras regiones prioritarias del sur de Quintana Roo y los ecosistemas costeros y marinos de la zona tanto de México como de Belice.
- C. ASPECTOS CLIMÁTICOS (Y PORCENTAJE DE SUPERFICIE) Tipo(s) de clima: Aw2(x') Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 84% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual. Aw1(x') Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 16% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.
- D. ASPECTOS FISOGRÁFICOS Geoformas: Llanura costera, litoral, planicies, lagunas, penínsulas, bahías. Unidades de suelo y porcentaje de superficie: Gleysol mólico GLm (Clasificación FAO-Unesco, 1989)

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El gleysol es un suelo 72% formado por materiales no consolidados, principalmente de pantanos, pero sin materiales de textura gruesa y propios de depósitos aluviales; carece de propiedades sálicas y, dentro de los 125 cm superficiales, de plintita (arcilla moteada que se endurece cuando se expone a la intemperie). El subtipo mólico tiene un horizonte A (mólico) con estructura media y grado de saturación igual o superior a 50%, que subyace en uno H (hístico), de color oscuro, que puede tener 20-60 cm de espesor y un alto contenido de carbono orgánico y arcilla. Leptosol lítico LPq (Clasificación FAO-Unesco, 1989) Suelo somero, limitado en 28% profundidad por una roca dura continua o por una capa continua cementada dentro de una profundidad de 10 cm a partir de la superficie. SIAN KA'AN-UAYMIL-XCALAK RTP-147 SIAN KA'AN-UAYMIL-XCALAK 568

- E. ASPECTOS BIÓTICOS Diversidad ecosistémica: Valor para la conservación: 2 (medio) Ecosistemas tropicales. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son: Selva baja subperennifolia Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde un 25 a 50 % 46% de las especies tiran las hojas. Manglar Vegetación halófila densa dominada por mangles en zonas 24% costeras, estuarinas y fangosas, siempre zonas salobres. Pueden alcanzar los 25 m. Vegetación acuática Cualquier tipo de vegetación que requiera del medio acuático para 21% vivir. Otros 9% Valor para la conservación: Integridad ecológica funcional: 4 (alto) Aún se mantienen poblaciones de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Función como corredor biológico: 3 (alto) Se busca; presenta una conexión con Calakmul. Fenómenos naturales extraordinarios: 0 (no se conoce) Información no disponible. Presencia de endemismos: 2 (medio) Una gran cantidad de especies endémicas, como son algunas palmas (el chit y la kuká), la despeinada, que pertenece a la familia de las yucas y el árbol de siricote, entre otras. Riqueza específica: 2 (medio) En cuanto a flora destacan la palma chit, el siricote de playa, la uva de mar, el chacá o palo mulato, la riñonina y el lirio de mar, entre otras. En cuanto a fauna, los inventarios sobre diversos grupos de fauna arrojan importante información, por ejemplo, se han descrito 103 especies de mamíferos, con especies amenazadas o en peligro de extinción, así como cinco especies de felinos (jaguar, puma, tigrillo, ocelote y leoncillo), el tapir, el jaguar, el manatí, el mono araña, y el saraguato, entre otros. Del grupo de las aves, el hocofaisán, la cigüeña jabirú, el flamenco rosa y los tucanes, entre otras. Función como centro de origen y diversificación natural: 0 (no se conoce) Información no disponible.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

F. ASPECTOS ANTROPOGÉNICOS Problemática ambiental: Existen problemas de crecimiento desordenado de poblaciones humanas debido a la promoción por parte del sector turístico en la zona costera. Valor para la conservación: Función como centro de domesticación o 0 (no se conoce mantenimiento de especies útiles: Información no disponible. Pérdida de superficie original: 1 (bajo) Algunas partes de la región se encuentran con vegetación secundaria por actividades ganaderas o agrícolas. Nivel de fragmentación de la región: 1 (bajo) La conectividad se mantiene entre los fragmentos de vegetación. Áreas Naturales Protegidas (ANPs).



Figura 3.- Región Terrestre Prioritaria de incidencia en el trazo de libramiento Tulum.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Leyes Federales

Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

VINCULACIÓN CON LA LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL	
FUNDAMENTO JURÍDICO	<p>Titulo Primero - Del Régimen administrativo de los Caminos, puentes y Autotransporte Federal</p> <p>Capítulo I - Del Ámbito de Aplicación de la Ley</p> <p>Art. 1. Artículo reformado DOF 25-10-2005</p> <p>Art. 2 fracciones: I inciso a), b) y c), III y V y XV, Art. 3</p> <p>Capítulo II – Jurisdicción y Competencia</p> <p>Art. 5 fracciones: I y V</p>
VINCULACIÓN	<p>De acuerdo a los artículos anteriores, esta Ley, tiene entre sus objetivos regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los cuales constituyen vías generales de comunicación. Asimismo, establece que son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras y construcciones y de más bienes y accesorios que integran las mismas. Por lo anterior, esta Ley se vincula con el proyecto, por tratarse de una vía general de comunicación, la cual pretende cumplir con las especificaciones técnicas propias de un camino “A2”</p>
FUNDAMENTO JURÍDICO	<p>Título I Disposiciones Preliminares Art. 1. Párrafo reformado DOF 10-01-2002</p> <p>Título V Disposiciones comunes para la conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre</p> <p>Capítulo I Disposiciones Preliminares Art. 19.</p> <p>Capítulo IV Sanidad de la Vida Silvestre Art. 26.</p> <p>Capítulo VI Trato digno y Respetuoso a la Fauna Silvestre Art. 29, Art. 30 y Art. 37.</p> <p>Título VI Conservación de la Vida Silvestre</p> <p>Capítulo I Especies y Poblaciones en riesgo y prioritarias para la Conservación Artículo 58. Fracc.: a), b) y c)</p> <p>Capítulo II Hábitat Crítico para la Conservación de la Vida Silvestre</p> <p>Art. 63 y Art. 64. La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en los hábitats críticos, deberá quedar sujeta a las condiciones que se establezcan como medidas especiales de manejo y conservación en los planes de manejo de que se trate, así como del informe preventivo correspondiente, de conformidad con lo establecido en el reglamento.</p>
VINCULACIÓN	<p>La observación de la presente Ley es aplicable desde el primer momento en que se pretende diseñar el proyecto y en el momento en el cual se realiza la ejecución de las primeras acciones de recabar información de la zona pretendida, considerando que el factor flora y el factor fauna son los elementos que constituyen al medio Biótico del lugar, por lo tanto, en la medida que se analiza el lugar es indispensable conocer las especies que pudieran verse afectadas de acuerdo con la presente Ley. Siendo así que, las especies de flora y fauna que potencialmente se puedan encontrar dentro del polígono que delimita el área bajo estudio para el presente proyecto</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN CON LA LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL

	(SAR), se respetaran en la medida de lo posible durante toda la ejecución de la obra y se proponen las medidas pertinentes, capítulo VI de esta MIA-R, brindando responsabilidad y respeto a la flora y la fauna.
--	---

Ley de Vías Generales de Comunicación

VINCULACIÓN CON LA LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN

FUNDAMENTO JURÍDICO	Libro Primero Disposiciones Generales: Capítulo I Clasificación Art. 2 fracc. I Capítulo II De Jurisdicción Art. 3 Párrafo reformado DOF 20-08-1941, 13-01-1986 fracc. I Capítulo III De Concesiones Permisos y Contratos Art. 8 Párrafo reformado DOF 20-08-1941 Capítulo VI De la Construcción y Establecimiento de Vías Generales de Comunicación Art. 41
VINCULACIÓN	Esta ley establece que las vías generales de comunicaciones quedan sujetas exclusivamente a los poderes federales. El gobierno federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo, o en cooperación con las autoridades locales, así como, el ejecutivo ejercitara sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Se vincula el presente proyecto con esta ley por tratarse de la modernización de 4.0 km de longitud de una vía general de comunicación en el estado de Guerrero, además de que es un proyecto que pretende llevar a cabo la Secretaría de Comunicaciones y Transportes Centro (SCT) Guerrero a través de particulares, previo conocimiento y autorización de las autoridades correspondientes.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

VINCULACIÓN CON LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

FUNDAMENTO JURÍDICO	Título Primero Disposiciones Generales Capítulo I - Del Objeto y Aplicación de la Ley Art. 1, 2 fracciones I y III, art. 3 fracciones II, IV y XXII Capítulo II - De la terminología empleada en esta Ley Art. 7 fracciones I, V y XXIX Título Cuarto – Del manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales Capítulo I – De las autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos forestales Art. 58 fracción I Título Quinto - De las Medidas de Conservación Forestal Capítulo I - Del Cambio de Uso de Suelo en los Terrenos Forestales Art. 117
VINCULACIÓN	La presente ley es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN CON LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

	<p>cultivo y manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, asimismo, establece que la Secretaría otorgará la autorización correspondiente por Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales, por excepción. Por lo anterior, se hace la observancia de lo que establece la presente Ley en materia de Cambio de Uso de Suelo ya que el presente proyecto contempla que serán realizadas dos actividades principales: la construcción donde el ancho sera de 12 mts.; En base a este cálculo se encontró que se deberá remover vegetación de tipo forestal</p>
--	---

I.1.1 Ley General de Asentamientos Humanos

VINCULACIÓN CON LA LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS

FUNDAMENTO JURÍDICO	<p>Capítulo Primero Disposiciones Generales Artículos. 1 fracciones I y II Capítulo Tercero De la Planeación del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población Artículos. 12 fracciones I, II y IV, 13 fracciones IV, V y VII Capitulo Octavo Del Fomento al Desarrollo Urbano Art. 51 fracciones I, V, XII y XIII Fracción adicionada DOF 05-08-1994</p>
VINCULACIÓN	<p>Esta ley se vincula con el proyecto porque tiene entre sus objetivos la aplicación de los planes y/o programas de desarrollo urbano nacional, estatal y/o municipal; en este caso, el proyecto pretende obras y/o actividades de construcción de una vía general de comunicación, con ésta se pretende dar impulso al desarrollo urbano de esta región, beneficiando el desarrollo económico y social de esta zona.</p>

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

VINCULACIÓN CON LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

FUNDAMENTO JURÍDICO	<p>Título Primero Disposiciones Generales Capítulo Único Objeto y Ámbito de Aplicación de la Ley Artículos. 1 fracciones I y II, 2 fracciones I, II, III, IX y XII Título Tercero Clasificación de los Residuos Capítulo Único Fines, Criterios y Bases Generales Art. 19 fracciones I y VII Capítulo II Planes de Manejo Art. 27 fracción II Título Sexto De la Prevención y Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y De Manejo Especial Capítulo Único Art. 96 fracciones I, II y IX</p>
VINCULACIÓN	<p>Considerando lo que dice esta ley, para el presente proyecto se deberá cumplir con lo que establece ésta, instalándose y/o destinando sitios para el almacenamiento de residuos peligrosos y no, que se generen durante el desarrollo de esta vía general</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN CON LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

de comunicación. En cuanto a las especificaciones que deberá cumplir el almacén temporal de Residuos Peligrosos (RP's) vienen descritas en el reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).

Los residuos peligrosos generados deberán estar en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén durante un tiempo no mayor a seis meses. También se debe contar con letreros con la ruta de evacuación, no fumar, no entrar con alimentos, portar el equipo de protección, extintor, con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que se generen y las modalidades de manejo así como equipo de protección personal como lo son guantes de carnaza, gafas, mascarilla, overol, botas de campo con casquillo y designar a un inspector del almacén que será el único que podrá entrar y salir y anotar en la bitácora los residuos que entren o salgan del sitio. Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados, para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente y siempre que no exista riesgo alguno de liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos (LGPGIR, 2006). La recolección y transporte de los residuos peligrosos generados dentro de la obra, se contrataran los servicios de empresas especializadas en el manejo de los RP's, que cumplan con lo estipulado en la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos y su reglamento, además de ser empresas autorizadas por la Secretaría, las cuales, deberán proporcionar los contenedores para los diferentes RP's generados o de lo contrario darán las especificaciones adecuadas para el debió almacenamiento de ellos. Para las obras y actividades complementarias del proyecto se instalaran sitios como bodegas, campamentos, oficinas y talleres, los cuales, contarán cada uno, con un almacén temporal de residuos tanto peligroso y no peligroso, en los que se apegaran a lo establecido en la legislación antes descrita para su correcta operación y funcionamiento.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Conforme a lo establecido en esta ley y su reglamento, para poder llevar a cabo el desarrollo de obras y/o actividades de construcción y/o modernización en vías generales de comunicación es preciso presentar ante la autoridad correspondiente, una evaluación de impacto ambiental, para su posterior aprobación y/o negación, por las posibles alteraciones y/o afectaciones que se generen por la actividades de construcción, ampliación y modernización de caminos y/o carreteras. Por lo anterior, el presente estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se realiza en cumplimiento de lo determinado en esta Ley y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	
FUNDAMENTO JURIDICO:	<p>Artículo 5. “Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:”...</p> <p>B).-Vías generales de comunicación: “Construcción de carreteras..., autopistas, puentes o túneles federales” vehiculares o ferroviarios” ...</p> <p>O).-Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como selvas y zonas áridas: “Fracción I: Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación.”</p>
VINCULACION	Al realizarse una de las obras sujetas a una evaluación de impacto ambiental, se requiere solicitar el correspondiente permiso de la Secretaría.
OBJETIVO	<p>Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener a rasgos generales la siguiente información:</p> <p>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental</p> <p>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo</p> <p>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables</p> <p>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región</p> <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional</p> <p>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional</p> <p>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p> <p>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.</p>
VINCULACION	El presente concentra todo lo solicitado en el artículo 13.
OBJETIVO	Artículo 14. Se refiere a que cuando la realización de una obra o actividad requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impactos ambientales involucre, además, el Cambio de Uso de 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, que el proyecto en estudio involucra la afectación dentro de terrenos de uso forestal o preferentemente forestal en todo el trazo, por mejoramiento y cumplimiento a las características técnicas de construcción y condiciones topográficos de la zona de estudio.
VINCULACION	El presente concentra todo lo solicitado en el artículo 14.
OBJETIVO	Artículo 28... en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	
	I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos ... VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. Por tanto, cualquier persona física o moral que quiera o pretenda llevar a cabo alguna obra o actividad que pueda causar un desequilibrio ecológico de acuerdo con lo anterior deberán someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental para determinar el posible daño que pudiera generarse al ambiente.
VINCULACION	Al realizarse una de las obras sujetas a una evaluación de impacto ambiental que se encuentran establecidas en el Artículo 28, se crea el presente proyecto con el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
OBJETIVO	Artículo 30. Establece que para obtener la autorización en la materia, se deberá presentar una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate.
VINCULACION	El presente proyecto se presenta como una Manifestación de Impacto Ambiental con los requerimientos que solicita el artículo 30.
OBJETIVO	Artículo 31. Establece que las obras y/o actividades que se deben someter al procedimiento de evaluación para obtener la autorización en materia de impacto ambiental mediante la presentación de un estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), asimismo, determina que cualquier persona física o moral que quiera o pretenda llevar a cabo alguna obra o actividad que pueda causar un desequilibrio ecológico, deberá someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental para determinar el posible daño que pudiera generarse al ambiente; por lo tanto, el presente proyecto se vincula con la LGEEPA
VINCULACION	Ya que se establece la necesidad de la presentación de un estudio de Evaluación de Impacto Ambiental debido a que el proyecto se encuentra ente las obras y actividades que lo requieren por tratarse de obras y/o actividades propias de la construcción del libramiento Tulum en una longitud de 26.0 km.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE	
OBJETIVO	Artículo 2º. “En todo lo no previsto por la presente Ley, se aplicarán las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento. Dado de la LGVS no contempla la afectación de la vida silvestre debido a actividades de construcción y operación de proyectos de este tipo, se deberá hacer referencia a lo previsto en la LGEEPA.
VINCULACION	El presente se rige bajo todas las leyes relacionadas con la materia ambiental.
OBJETIVO	Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE	
	<p>a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.</p> <p>b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.</p> <p>c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.</p>
VINCULACION	El presente proyecto identifica por medio de un listado, a aquellas especies encontradas en el SAR y la categoría de riesgo en la que se encuentran.

Reglamentos Federales

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

VINCULACIÓN CON EL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	
FUNDAMENTO JURÍDICO	<p>Capítulo I Disposiciones Generales Artículo I</p> <p>Capítulo II De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones</p> <p>Artículos 5 incisos B) y O) y 6</p> <p>Capítulo III Del procedimiento para la evaluación del Impacto Ambiental Artículos 9, 10, 11 y 13</p>
VINCULACIÓN	Los artículos 5, 6, 9, 10, 11 y 13 de este reglamento de la LGEEPA, se vinculan con el proyecto ya que especifican las obras y/o actividades que se pueden o no llevar a cabo, además de establecer la información que se requiere para desarrollar un estudio de impacto ambiental ya sea en su modalidad particular o regional y que requisitos deben contener éstas. En términos de ética profesional y responsabilidad del estudio, se hace mención a la autoridad ambiental que se cuenta con toda la disponibilidad de sustentar en dado caso la necesidad de aclarar, complementar o ampliar la información que se refiere en el presente estudio por parte del responsable del mismo, tal como lo establece, el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental. Siendo así, el presente proyecto se vincula directamente con este documento, ya que se trata de la modernización de una vía

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN CON EL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

	general de comunicación en la que habrá remoción de vegetación correspondiente a Selva Mediana Subperenifolia.
--	--

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

VINCULACIÓN CON EL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

FUNDAMENTO JURÍDICO	Título Primero De las Disposiciones Generales Capítulo Único Art. 1 Título Cuarto De las Medidas de Conservación Forestal Capítulo 2 Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales Art. 120 y 121.
VINCULACIÓN	Este reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable estipula que al pretender llevar a cabo remoción de vegetación en una obra/y o actividad es necesario hacer un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que informe los usos que se pretendan dar, al llevar a cabo esta actividad, así como los volúmenes /o superficies que sufrirán la alteración de su entorno natural. Este proyecto, como se ha mencionado, se trata de la construcción de un libramiento de 26.0 km de longitud de una vía de comunicación en el estado de Quintana Roo, en la cual, sera necesaria la remoción de vegetación forestal correspondiente a Selva Subperenifolia, por lo tanto, se hace la observancia de lo que establece el presente Reglamento en materia de Cambio de Uso de Suelo.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

VINCULACIÓN CON EL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

FUNDAMENTO JURÍDICO	Título Primero Disposiciones Generales Capítulo Único Art. 1 Título Tercero Disposiciones Comunes para la Conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre Capítulo 1º Procedimiento en General Art. 12 fracciones I, II, III, IV, V, VI y VII
VINCULACIÓN	El presente reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley de Vida Silvestre. Se vincula con el proyecto porque establece los requisitos que las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitats, especies, partes o derivados de vida silvestre, deberán presentar la solicitud correspondiente a la Secretaría en los formatos que para tal efecto establezca.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Normas Oficiales Mexicanas

La construcción del proyecto en sus diversas etapas generará afectaciones al sistema con diferente intensidad, bajo las premisas de: contaminación atmosférica, contaminación a los recursos naturales, agua, suelo, generación de residuos peligrosos, generación de ruido, afectación a la flora y fauna, entre otros.

Para minimizar las afectaciones al sistema, serán aplicadas las disposiciones y lineamientos establecidos en las normas oficiales mexicanas con base en la vinculación que tienen algunas de ellas con el presente proyecto encontramos:

VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS	
FUNDAMENTO JURÍDICO	NOM-001-SEMARNAT-2012 Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
VINCULACIÓN	La empresa constructora deberá contratar la instalación de servicios sanitarios portátiles para cubrir las necesidades fisiológicas de las personas que laboren en el proyecto en sus etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento. De autorizarse la descarga de estos sanitarios portátiles al sistema de drenaje de las comunidades cercanas que cuenten con el sistema de drenaje, o en aguas o bienes nacionales cercanos al área del proyecto, el agua residual deberá cumplir con los límites máximos permisibles en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y en el caso con la NOM-002-SEMARNAT-1996.
FUNDAMENTO JURÍDICO	NOM-027-SEMARNAT-1996 Publicada en el D.O.F. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte.
VINCULACIÓN	Relacionado con el aprovechamiento de suelo orgánico obtenido en el despalme, se buscará que este mismo material sea luego utilizado para la reforestación.
FUNDAMENTO JURÍDICO	NOM-041-SEMARNAT-2006 Publicada en el D.O.F. 06/mar/07 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible NOM-044-SEMARNAT-2006 Publicada en el D.O.F. 06/mar/07 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS	
	<p>diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3.857 kg.</p> <p>NOM-045-SEMARNAT-2006 Publicada en el D.O.F. 13/sep/07</p> <p>Protección ambiental.- vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición</p> <p>NOM-047-SEMARNAT-1999 Publicada en el D.O.F. 23/abr/03</p> <p>Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.</p>
VINCULACIÓN	<p>El vínculo de las Normas NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-047-SEMARNAT-1999 con la modernización de esta vía general de comunicación es, debido a que, en la zona de estudio existirá emisión a la atmósfera por parte de los motores de combustión interna que propulsan los camiones de acarreo (materialistas), que serán empleados en la obra. Estos motores trabajan, en su gran mayoría, con base a diesel como combustible, por lo tanto, se producirán gases contaminantes como resultado de la combustión interna de los motores que utilizan gasolina, y partículas suspendidas en forma de humo de los motores que utilizan diesel, por lo que, todos los camiones empleados en la presente obra, deberán de cumplir con lo estipulado en éstas Normas. El cuidado y mantenimiento de éstos, es responsabilidad de la Empresa Constructora.</p>
FUNDAMENTO JURÍDICO	<p>NOM-052-SEMARNAT-2005 Publicada en el D.O.F. 23/jun/06</p> <p>Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>
VINCULACIÓN	<p>Mientras dure la construcción del proyecto se producirán residuos peligrosos (desechos líquidos originados por los servicios de engrase, lubricación y cambios de aceite, estopas, impregnados de aceite o gasolina, pedazos de alambre, clavos, cartón etc.), como resultado del mantenimiento menor y operación de los camiones y maquinaria de construcción, por lo que, para el cumplimiento de las disposiciones que indican estas normas se contempla la construcción de almacenes temporales de residuos peligrosos en los sitios destinados para el mantenimiento de equipo, así mismo, se deberá contratar los servicios de recolección y transporte de estos residuos, por una empresa recolectora que se encuentre autorizada ante la SEMARNAT.</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS	
FUNDAMENTO JURÍDICO	NOM-059-SEMARNAT-2010 Publicada en el D.O.F. 30/dic/10 Protección ambiental a especies nativas de México de flora y fauna silvestres bajo categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio en la lista de especies en riesgo
VINCULACIÓN	Dado que, para la elaboración de un estudio de impacto ambiental es necesario y fundamental, la identificación de especies, en este caso de flora y fauna, para el presente proyecto se llevó al cabo, un muestreo de especies identificadas en la zona de estudio, con las enlistadas en esta Norma, para poder comprobar, identificar o excluir a las especies ubicadas en el SAR delimitado para este proyecto. Asimismo, esta Norma Oficial Mexicana será aplicable, previo a las etapas de ejecución de las obras contempladas en la presente MIA-R, en las actividades de rescate y reubicación de las especies encontradas y/o presentes en la zona y listadas en la misma norma.
FUNDAMENTO JURÍDICO	NOM-060-SEMARNAT-1994 Publicada en el D.O.F. 13/may/94 Especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal
VINCULACIÓN	Como se trata de la construcción de 26.0 km de longitud de un camino existente, las actividades que se desarrollarán dentro del derecho de vía, ocasionarán un Cambio de Uso de suelo. Por lo tanto, esta norma será aplicable durante la aplicación del programa de reubicación y rescate de flora y fauna y durante el tiempo que duren las obras contempladas en el proyecto y en la aplicación de las acciones de conservación y rescate de flora y desmantelamiento de obras provisionales.
FUNDAMENTO JURÍDICO	NOM-061-SEMARNAT-1994 Publicada en el D.O.F. 13/ene/95 Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.
VINCULACIÓN	Aplica en los campamentos donde se deberá proveer a las personas de equipo y víveres necesarios para su alimentación y evitar la utilización de recursos naturales.
FUNDAMENTO JURÍDICO	NOM-080-SEMARNAT-1994 Publicada en el D.O.F. 13/ene/95 Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.
VINCULACIÓN	Los vehículos que sean utilizados durante el desarrollo de las actividades de modernización del tramo carretero, deberá de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de ruido por algún elemento desajustado, esto también es económicamente recomendable

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS	
	porque optimiza el consumo de combustible. Además, las actividades de construcción deberán de quedar sujetas a realizarse estrictamente en un horario diurno, ya que la fauna silvestre presenta mayor actividad durante las noches.
FUNDAMENTO JURÍDICO	NOM-EM-138-SEMARNAT-SS-2003 Publicada en el D.O.F. 29/mar/05 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.
VINCULACIÓN	Los camiones de acarreo de material y la maquinaria de construcción que se van a utilizar durante las actividades de modernización del camino, podrían presentar pequeños derrames de combustible, en especial cuando se encuentra estacionada, así que será probable que se produzca contaminación del suelo, por medio de manchas de combustible (diesel), este efecto es totalmente mitigable, así que la empresa constructora deberá de considerar la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra. Por lo tanto, se deberá de considerar y respetar, lo establecido en esta norma oficial mexicana.

Normas

Normas de construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)

Estas normas de construcción se relacionan con el presente proyecto en comento, ya que tiene entre sus objetivos la orientación de la ejecución, supervisión, aseguramiento de calidad, operación y mitigación del impacto ambiental de la infraestructura durante su construcción, conservación, reconstrucción y modernización de una vía general de comunicación.

Normas de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social (STPS)

Las normas de la STPS consideradas para este proyecto, son por tratarse de especificaciones de seguridad y/o protección para los trabajadores que participen en la obra, las cuales deberán acatarse por parte de la empresa contratada para la realización de este proyecto, con la finalidad de disminuir riesgos y proteger la salud y el bienestar de los trabajadores.

Como última observación al proyecto, se puede concluir que en base en el análisis de compatibilidad jurídica descrito para el presente proyecto, se puede observar que no existen incongruencias ni



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

incompatibilidades para el desarrollo del mismo en todas y cada una de las partes y niveles jerárquicos normativos que en el inciden; por lo contrario, se observa un proceso armonioso de observancia jurídica aplicable con el que se cumple, en las diversas etapas del desarrollo del proyecto, por lo cual se puede afirmar que el proyecto es viable jurídicamente al cumplir con todos estos elementos de forma y fondo.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

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

En este capítulo se describen y analizan en forma integral el sistema ambiental que constituye el entorno del Proyecto. A efecto de delimitar el Sistema Ambiental (SA) del Proyecto, se realizó un análisis del trazo del proyecto, y sus características físicas, topográficas, florísticas y faunísticas del entorno, así como de sus requerimientos de servicios, con la finalidad de delimitar la microcuenca hidrogeológica que mejor represente el Sistema Ambiental.

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO O SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

Para la delimitación del SA se realizó un análisis cartográfico de las características geológicas, topográficas e hidrológicas así como del tipo de aprovechamientos y desarrollo social de la región, y las posibles relaciones con el proyecto. Se abarco una superficie para el análisis de aproximadamente de 22,898.49 hectáreas, y se encontró, que la región donde se realizará el proyecto, presenta las siguientes características.

Corresponde a la región hidrológica Yucatán Norte (Yucatán) (87.11%) y Yucatán Este (Quintana Roo) (12.89%).

La región en estudio presenta unidades metamórficas del Neógeno y Cuaternario con calizas y Suelo: lacustre, litoral, eólico y palustre.

Fisiográficamente pertenece a la Provincia de la Península de Yucatán, subprovincia Carso Yucateco y Costa Baja de Quintana Roo, además con un sistema de topoformas de: Llanura rocosa de piso rocoso o cementado, Llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado, Llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado, Playa o barra de piso rocoso o cementado y Playa o barra inundable y salina.

Por último para determinar la microcuenca hidrogeológica que representa el SA y con ayuda de cartografía, obtenidas a través de INEGI 2019, OpenStreetMap 2017, se determinó la dirección del flujo y acumulación del flujo a través del Programa ArcGis 10.5.

Resultado el SAR delimitado por las siguientes coordenadas UTM.

VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)	VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
---------	----------	-----------	---------	----------	-----------

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

1	458085.82	2240684.97	326	462497.19	2246895.27
2	458063.32	2240699.58	327	462491.63	2246890.91
3	458002.14	2240651.45	328	462489.65	2246889.32
4	457549.72	2239856.46	329	462477.35	2246870.67
5	457531.85	2239838.44	330	462470.60	2246861.54
6	457329.28	2239678.96	331	462466.23	2246855.19
7	457209.10	2239525.94	332	462468.22	2246846.85
8	457139.51	2239417.70	333	462473.38	2246840.90
9	457076.35	2239334.70	334	462470.60	2246831.38
10	456968.81	2239181.93	335	462465.44	2246821.06
11	456911.99	2239079.98	336	462462.66	2246812.33
12	456817.07	2238927.22	337	462461.47	2246800.42
13	456735.01	2238825.19	338	462462.66	2246791.29
14	456627.37	2238678.68	339	462471.79	2246786.13
15	456564.27	2238576.95	340	462480.52	2246786.53
16	456456.64	2238430.49	341	462490.44	2246785.73
17	456422.76	2238362.01	342	462501.95	2246781.77
18	456387.23	2238290.20	343	462509.49	2246778.99
19	456330.59	2238194.72	344	462517.83	2246772.24
20	456241.97	2238041.93	345	462522.19	2246767.08
21	456185.32	2237946.46	346	462524.18	2246760.33
22	456109.42	2237838.18	347	462521.40	2246754.78
23	456052.55	2237723.69	348	462514.65	2246753.59
24	455989.56	2237596.47	349	462506.72	2246752.00
25	455919.87	2237494.48	350	462503.14	2246746.44
26	455838.69	2237213.81	351	462503.54	2246739.30

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

27	455748.47	2237060.35	352	462502.75	2246732.95
28	455699.28	2237010.69	353	462496.00	2246727.79
29	455629.56	2236946.92	354	462493.62	2246723.82
30	455509.53	2236768.72	355	462489.65	2246713.90
31	455427.30	2236679.46	356	462482.90	2246712.31
32	455351.20	2236583.69	357	462478.54	2246706.76
33	455249.92	2236468.98	358	462476.55	2246700.01
34	455205.91	2236373.70	359	462479.73	2246691.28
35	455180.74	2236246.44	360	462486.87	2246691.68
36	455203.06	2236150.13	361	462493.62	2246696.44
37	455122.87	2236040.89	362	462501.56	2246703.58
38	454958.17	2235965.82	363	462508.70	2246705.96
39	454799.13	2235908.51	364	462519.42	2246706.36
40	454488.30	2235803.57	365	462530.53	2246704.77
41	454563.02	2235595.53	366	462541.24	2246701.60
42	454600.50	2235545.18	367	462549.58	2246700.01
43	454271.10	2235286.03	368	462553.55	2246702.79
44	453045.80	2234030.96	369	462551.00	2246709.00
45	453483.42	2232737.81	370	462557.89	2246719.03
46	453471.23	2232707.92	371	462563.39	2246719.32
47	453414.40	2232605.91	372	462566.72	2246721.39
48	453357.75	2232459.69	373	462570.06	2246722.98
49	453300.85	2232313.42	374	462575.14	2246723.93
50	453286.92	2232281.10	375	462580.06	2246723.61
51	453250.92	2232293.92	376	462584.19	2246721.86
52	453177.19	2232358.78	377	462588.47	2246718.37

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

53	453029.71	2232478.29	378	462591.96	2246716.78
54	452936.82	2232584.04	379	462599.94	2246713.99
55	452822.17	2232701.30	380	462604.00	2246709.00
56	452538.43	2232917.19	381	462612.14	2246698.54
57	452376.28	2233035.95	382	462608.32	2246692.97
58	452153.27	2233176.38	383	462607.36	2246688.37
59	451958.90	2233157.81	384	462608.63	2246683.29
60	451763.47	2233132.49	385	462611.97	2246678.68
61	451580.33	2233133.00	386	462617.05	2246674.72
62	451433.60	2233055.81	387	462619.11	2246672.97
63	451250.20	2232965.80	388	462618.95	2246668.52
64	451029.73	2232720.70	389	462614.51	2246659.16
65	450821.62	2232527.30	390	462609.43	2246655.03
66	450625.82	2232372.67	391	462605.62	2246653.60
67	450283.30	2232153.79	392	462600.38	2246651.06
68	450050.71	2231947.53	393	462595.30	2246647.41
69	449757.03	2231728.53	394	462593.63	2246641.98
70	449292.57	2231574.69	395	462578.00	2246641.00
71	448962.69	2231510.99	396	462554.00	2246641.00
72	448425.12	2231409.12	397	462554.02	2246647.25
73	447960.45	2231190.65	398	462549.58	2246657.09
74	447496.12	2231088.59	399	462547.67	2246660.59
75	446653.36	2231026.49	400	462544.66	2246663.76
76	446356.89	2230960.17	401	462537.83	2246665.98
77	446356.88	2230957.31	402	462530.53	2246667.25
78	446344.27	2230957.35	403	462524.18	2246665.98

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

79	446311.21	2230949.95	404	462517.19	2246662.49
80	446066.70	2230860.18	405	462511.32	2246654.55
81	445882.97	2230679.69	406	462505.47	2246650.32
82	445674.77	2230486.35	407	462483.00	2246646.00
83	445243.08	2230199.57	408	462480.31	2246651.19
84	445209.75	2230177.43	409	462475.87	2246654.85
85	444695.95	2229894.54	410	462472.21	2246657.70
86	444194.48	2229650.42	411	462467.77	2246659.77
87	443681.80	2229232.92	412	462463.96	2246660.72
88	443540.27	2229100.57	413	462458.09	2246661.99
89	443535.34	2229106.44	414	462452.37	2246663.10
90	443535.39	2229121.81	415	462448.72	2246661.99
91	443472.80	2229191.25	416	462445.07	2246655.96
92	443032.84	2229207.90	417	462438.72	2246654.69
93	442251.06	2229225.79	418	462433.00	2246654.85
94	442243.97	2229233.65	419	462430.62	2246658.81
95	442207.42	2229241.15	420	462431.10	2246665.64
96	441945.61	2229505.92	421	462433.32	2246670.88
97	441926.96	2229926.37	422	462434.59	2246675.96
98	441927.02	2229941.74	423	462432.25	2246680.30
99	441912.50	2229941.79	424	462429.07	2246685.59
100	441912.55	2229957.16	425	462424.58	2246688.50
101	441848.26	2230012.06	426	462420.34	2246688.76
102	441796.86	2230080.51	427	462417.17	2246684.80
103	441775.39	2230088.57	428	462415.84	2246679.50
104	441679.52	2230108.29	429	462416.11	2246674.74

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

105	441658.92	2230149.84	430	462415.05	2246669.19
106	441633.52	2230235.92	431	462416.37	2246662.84
107	441587.39	2230289.02	432	462417.70	2246657.28
108	441518.31	2230343.05	433	462410.82	2246649.08
109	441399.39	2230489.47	434	462407.11	2246641.93
110	441345.00	2230516.87	435	462408.17	2246632.67
111	441318.91	2230542.65	436	462407.91	2246626.59
112	441298.06	2230566.66	437	462403.41	2246624.21
113	441268.51	2230581.53	438	462396.79	2246622.09
114	441153.34	2230690.12	439	462391.77	2246618.91
115	441107.78	2230705.55	440	462388.33	2246615.21
116	441080.93	2230736.47	441	462387.27	2246607.27
117	441024.63	2230764.84	442	462387.71	2246600.89
118	440965.35	2230856.77	443	462382.00	2246596.00
119	440964.34	2230886.10	444	462371.00	2246566.00
120	441033.08	2231153.58	445	462369.00	2246544.00
121	441092.40	2231285.51	446	462348.00	2246518.00
122	441111.88	2231304.48	447	462332.00	2246486.00
123	441125.94	2231335.77	448	462329.00	2246457.00
124	441155.68	2231381.18	449	462321.00	2246423.00
125	441171.22	2231415.76	450	462308.00	2246393.00
126	441271.84	2231565.83	451	462300.00	2246370.00
127	441316.15	2231626.57	452	462308.00	2246356.00
128	441344.77	2231673.18	453	462316.00	2246356.00
129	441389.08	2231733.91	454	462321.00	2246378.00
130	441417.69	2231780.53	455	462326.00	2246396.00



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

131	441478.17	2231839.45	456	462330.16	2246414.73
132	441583.26	2231958.77	457	462342.93	2246423.58
133	441643.72	2232017.71	458	462350.53	2246431.52
134	441650.34	2232044.67	459	462354.83	2246437.14
135	441678.90	2232088.17	460	462356.16	2246447.73
136	441687.51	2232094.41	461	462360.12	2246456.99
137	441681.26	2232271.63	462	462367.40	2246467.57
138	441651.57	2232316.97	463	462379.64	2246487.08
139	441638.14	2232394.74	464	462382.00	2246502.00
140	441611.40	2232501.99	465	462385.00	2246518.00
141	441643.84	2232628.49	466	462382.00	2246534.00
142	441742.32	2232872.50	467	462390.00	2246552.00
143	441832.67	2233077.76	468	462403.00	2246568.00
144	441978.54	2233258.14	469	462422.00	2246579.00
145	442120.46	2233422.08	470	462438.00	2246579.00
146	442134.25	2233453.64	471	462446.00	2246579.00
147	442157.90	2233499.34	472	462450.49	2246579.49
148	442233.85	2233570.75	473	462452.82	2246582.46
149	442279.98	2233637.60	474	462451.00	2246589.00
150	442327.05	2233701.48	475	462459.00	2246597.00
151	442415.69	2233924.39	476	462469.00	2246608.00
152	442441.54	2233974.35	477	462483.00	2246605.00
153	442462.23	2234021.69	478	462496.56	2246596.60
154	442485.37	2234066.42	479	462497.90	2246590.08
155	442499.17	2234097.99	480	462501.29	2246584.78
156	442530.01	2234157.64	481	462505.73	2246581.19

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

157	442550.79	2234228.03	482	462510.18	2246579.28
158	442544.15	2234328.26	483	462514.75	2246579.94
159	442529.48	2234450.68	484	462525.00	2246576.00
160	442516.24	2234660.70	485	462538.64	2246580.20
161	442553.33	2234954.06	486	462543.83	2246577.59
162	442523.68	2235169.91	487	462549.97	2246576.32
163	442558.37	2235376.73	488	462555.26	2246576.53
164	442315.83	2235650.29	489	462560.56	2246582.24
165	442302.14	2235727.79	490	462565.42	2246588.59
166	442273.02	2235865.62	491	462571.99	2246593.46
167	442260.00	2236142.93	492	462577.49	2246594.73
168	442240.96	2236322.49	493	462584.90	2246600.00
169	442282.04	2236765.33	494	462591.00	2246600.00
170	442272.35	2237049.74	495	462607.00	2246586.00
171	442204.74	2237225.85	496	462607.00	2246576.00
172	442162.45	2237342.16	497	462594.00	2246557.00
173	442127.30	2237433.68	498	462591.00	2246542.00
174	442091.83	2237505.30	499	462591.00	2246526.00
175	442047.36	2237634.59	500	462595.81	2246517.34
176	442018.04	2237710.94	501	462599.83	2246509.93
177	441975.50	2237834.64	502	462603.01	2246506.12
178	441923.36	2237980.93	503	462609.78	2246504.01
179	441889.33	2238096.23	504	462614.65	2246504.22
180	441842.43	2238239.59	505	462619.73	2246507.82
181	441776.55	2238401.07	506	462620.58	2246511.63
182	441715.98	2238480.48	507	462620.37	2246516.07

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

183	441688.50	2238604.72	508	462618.69	2246520.87
184	441658.78	2238726.60	509	462620.00	2246523.00
185	441630.91	2238896.38	510	462618.00	2246539.00
186	441574.22	2239218.12	511	462625.00	2246555.00
187	441544.86	2239357.18	512	462641.00	2246563.00
188	441531.18	2239434.68	513	462649.79	2246563.00
189	441516.37	2239510.99	514	462656.14	2246558.41
190	441502.69	2239588.49	515	462659.10	2246554.38
191	441487.88	2239664.79	516	462663.12	2246551.84
192	441471.47	2239757.64	517	462667.14	2246548.88
193	441445.86	2240021.67	518	462671.80	2246544.65
194	441433.65	2240618.55	519	462676.25	2246539.78
195	441429.10	2240752.06	520	462676.67	2246535.12
196	441904.00	2241266.31	521	462676.03	2246530.04
197	442230.56	2241584.82	522	462677.30	2246526.02
198	442434.12	2241859.16	523	462680.69	2246522.21
199	442599.54	2242175.88	524	462685.14	2246517.77
200	442768.37	2242489.39	525	462687.25	2246510.57
201	443036.88	2242948.93	526	462690.85	2246504.22
202	443094.69	2243056.93	527	462696.57	2246499.56
203	443153.62	2243163.73	528	462698.89	2246494.69
204	443179.67	2243221.73	529	462697.00	2246489.00
205	443211.98	2243271.13	530	462681.00	2246478.00
206	443288.48	2243408.00	531	462670.00	2246473.00
207	443401.57	2243593.29	532	462664.60	2246472.68
208	443415.61	2243624.59	533	462662.06	2246466.54

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

209	443470.70	2243719.21	534	462661.85	2246457.23
210	443586.86	2243936.20	535	462663.33	2246450.03
211	443562.24	2244115.37	536	462666.93	2246439.45
212	443562.23	2244181.68	537	462671.80	2246430.14
213	443753.20	2244145.79	538	462672.86	2246422.30
214	444201.94	2244175.07	539	462674.98	2246414.47
215	444433.28	2244312.66	540	462683.44	2246409.60
216	444738.90	2244649.83	541	462691.70	2246400.29
217	444986.20	2244894.97	542	462699.74	2246391.82
218	445469.99	2245185.90	543	462708.42	2246384.84
219	445997.95	2245235.78	544	462715.83	2246382.51
220	446339.26	2245243.71	545	462726.20	2246381.03
221	446814.15	2245150.53	546	462735.72	2246382.09
222	447422.30	2244856.63	547	462743.56	2246388.01
223	447571.48	2244647.01	548	462748.36	2246394.95
224	447915.44	2244243.52	549	462760.00	2246399.00
225	448299.09	2244031.85	550	462770.36	2246408.62
226	448535.90	2243854.18	551	462778.90	2246407.06
227	448801.80	2243601.90	552	462788.06	2246406.57
228	449071.84	2243637.40	553	462791.00	2246399.00
229	449637.02	2243497.41	554	462791.00	2246380.00
230	449782.22	2243558.47	555	462791.00	2246356.00
231	449869.50	2243650.44	556	462785.00	2246349.00
232	449985.79	2243742.32	557	462791.00	2246340.00
233	450305.41	2243941.22	558	462811.13	2246322.85
234	450512.75	2244043.95	559	462825.53	2246276.71

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

235	450711.54	2244169.79	560	462839.96	2246245.94
236	451046.70	2244538.55	561	462825.03	2246046.16
237	451511.13	2244675.57	562	462795.86	2245969.37
238	451917.94	2244951.10	563	462781.30	2245938.66
239	452367.98	2245134.29	564	462752.16	2245877.24
240	452542.11	2245179.92	565	462708.46	2245785.12
241	452742.62	2245461.66	566	462693.73	2245677.56
242	452744.92	2245461.77	567	462664.63	2245631.51
243	452747.12	2245499.06	568	462635.53	2245585.46
244	452833.76	2245624.43	569	462577.53	2245585.59
245	452876.22	2245694.79	570	462562.89	2245521.44
246	452921.14	2245762.53	571	462548.16	2245416.58
247	452963.60	2245832.88	572	462548.06	2245370.47
248	453071.88	2245996.22	573	462518.89	2245293.68
249	453127.58	2246123.89	574	462489.73	2245216.89
250	453153.70	2246269.99	575	462446.02	2245124.76
251	453176.79	2246382.98	576	462416.92	2245078.72
252	453168.12	2246545.34	577	462387.79	2245017.30
253	453198.90	2246591.78	578	462373.15	2244955.85
254	453212.66	2246623.35	579	462358.48	2244879.03
255	453251.07	2246697.77	580	462329.35	2244817.61
256	453461.28	2246951.84	581	462285.61	2244710.12
257	453604.75	2247145.74	582	462227.37	2244602.65
258	453646.00	2247184.61	583	462125.52	2244449.17
259	453748.01	2247322.48	584	462038.31	2244357.14
260	453794.71	2247390.30	585	461965.57	2244249.71

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

261	453862.89	2247483.05	586	461936.40	2244172.92
262	453940.92	2247542.74	587	461805.88	2244173.21
263	453969.23	2247589.65	588	461718.94	2244204.15
264	453999.17	2247634.81	589	461646.57	2244265.79
265	454027.47	2247681.72	590	461598.74	2244291.12
266	454057.41	2247726.88	591	461559.63	2244296.72
267	454085.71	2247773.79	592	461501.66	2244312.22
268	454093.39	2247781.02	593	461371.11	2244297.14
269	454109.00	2247831.54	594	461342.11	2244297.21
270	454158.84	2247911.64	595	461211.43	2244220.65
271	454202.78	2247972.70	596	461187.73	2244195.64
272	454246.20	2248049.74	597	461167.75	2244143.90
273	454295.81	2248126.91	598	461153.18	2244113.19
274	454372.07	2248282.79	599	461109.50	2244036.44
275	454436.10	2248479.31	600	461109.40	2243990.33
276	454470.27	2248626.13	601	461123.83	2243959.55
277	454520.45	2248735.03	602	461138.26	2243928.78
278	454595.53	2248855.74	603	461123.72	2243910.13
279	454769.91	2249047.14	604	461111.38	2243855.35
280	454959.47	2249031.57	605	461065.48	2243805.98
281	455077.10	2249005.72	606	461007.36	2243760.00
282	455539.96	2249029.79	607	460919.29	2243707.71
283	455636.71	2249135.99	608	460891.51	2243635.48
284	455725.81	2249166.38	609	460890.71	2243584.68
285	456206.95	2249412.61	610	460870.00	2243534.00
286	456405.86	2249501.54	611	460862.00	2243528.00

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

287	456439.17	2249519.62	612	460841.00	2243521.00
288	456468.49	2249534.61	613	460833.00	2243501.00
289	456497.24	2249550.21	614	460814.00	2243494.00
290	456541.05	2249565.17	615	460797.00	2243492.00
291	456642.37	2249611.32	616	460794.00	2243481.00
292	456686.18	2249626.28	617	460813.00	2243464.00
293	456827.26	2249677.08	618	460832.00	2243446.00
294	457078.50	2249748.43	619	460857.00	2243429.00
295	458484.19	2248923.68	620	460881.00	2243422.00
296	459249.37	2248513.50	621	460864.60	2243345.45
297	461153.69	2247598.42	622	460868.57	2243286.72
298	461864.76	2247548.81	623	460882.06	2243251.79
299	462146.64	2247461.70	624	460885.24	2243216.87
300	462637.17	2247453.68	625	460871.75	2243199.40
301	462632.81	2247366.99	626	460827.22	2243194.38
302	462627.07	2247189.25	627	460799.96	2243254.18
303	462621.28	2247049.48	628	460747.57	2243270.05
304	462626.06	2246978.00	629	460626.92	2243216.08
305	462615.46	2246986.55	630	460518.97	2243119.24
306	462605.54	2246999.65	631	460411.37	2243045.23
307	462597.60	2247000.84	632	460221.01	2242980.96
308	462589.27	2247000.05	633	459967.31	2242846.45
309	462585.30	2246990.92	634	459713.90	2242692.98
310	462586.88	2246982.59	635	459555.58	2242508.19
311	462586.09	2246975.84	636	459498.83	2242418.97
312	462580.93	2246971.08	637	459442.08	2242259.94

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

313	462578.15	2246965.52	638	459423.40	2242139.18
314	462580.53	2246957.58	639	459398.48	2242011.95
315	462582.92	2246950.84	640	459341.65	2241929.17
316	462579.74	2246939.33	641	459259.35	2241827.24
317	462569.82	2246936.94	642	459189.73	2241737.97
318	462558.31	2246939.72	643	459120.21	2241642.46
319	462548.78	2246943.29	644	458923.72	2241514.70
320	462538.47	2246940.91	645	458739.99	2241393.23
321	462531.72	2246935.36	646	458562.73	2241227.45
322	462527.75	2246927.42	647	458455.11	2241112.46
323	462527.35	2246918.69	648	458353.92	2240991.44
324	462524.97	2246905.99	649	458233.49	2240857.74
325	462512.67	2246901.62	650	458138.75	2240742.98

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Datum: WGS 84 Zona UTM 14N

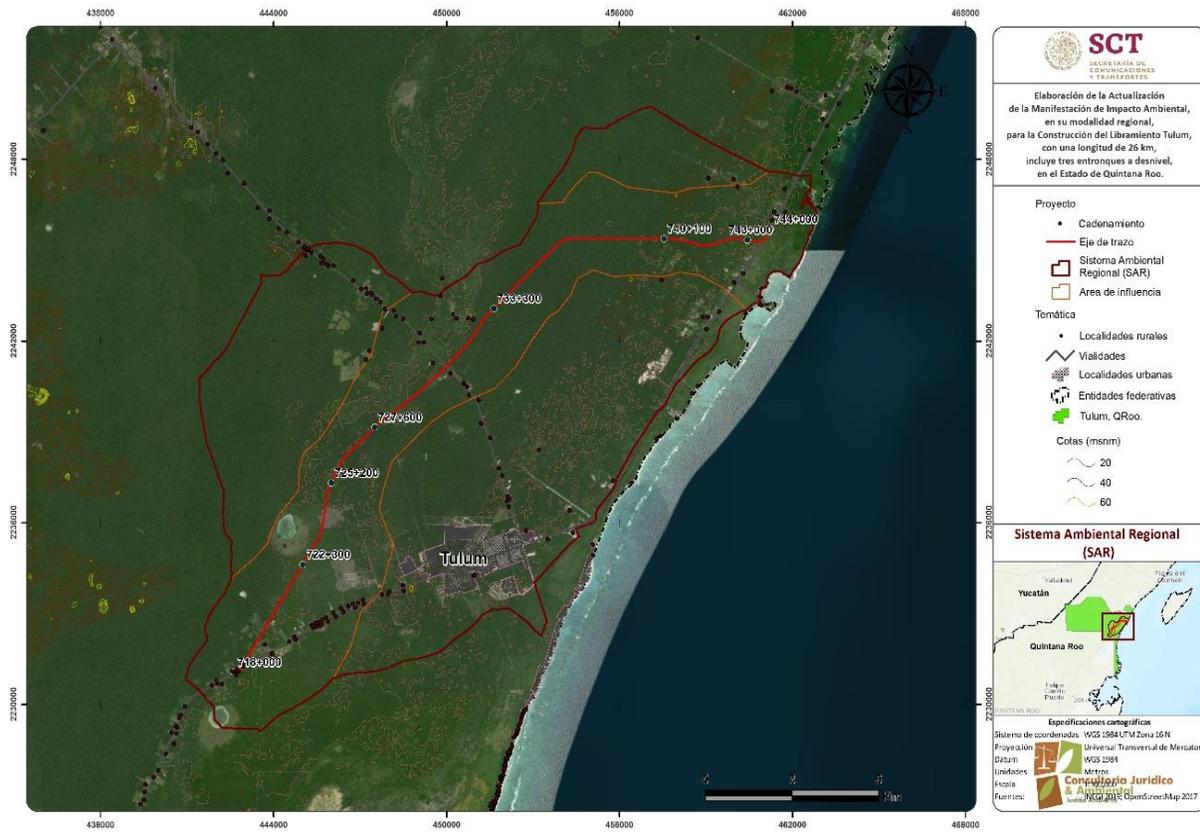


Figura 1: Delimitación del Sistema Ambiental

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

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

IV.2.1.1 Medio abiótico

En el sistema ambiental se identifica el siguiente tipo de clima:

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad. Se puede decir que los veranos son cortos, muy caliente, opresivos y parcialmente nublados y los inviernos son cortos, cómodos, bochornosos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 17 °C a 33 °C y rara vez baja a menos de 12 °C o sube a más de 35 °C.

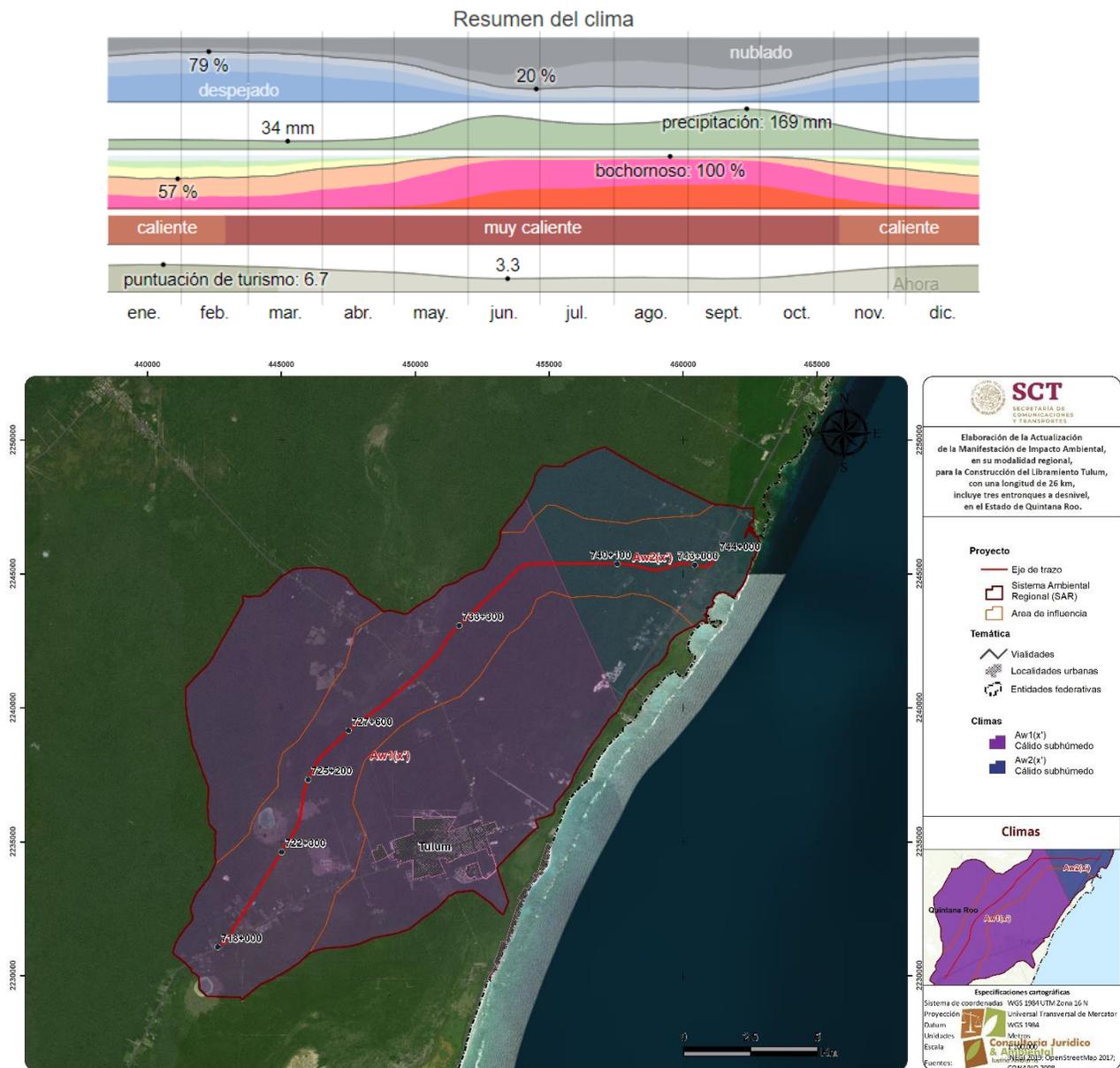
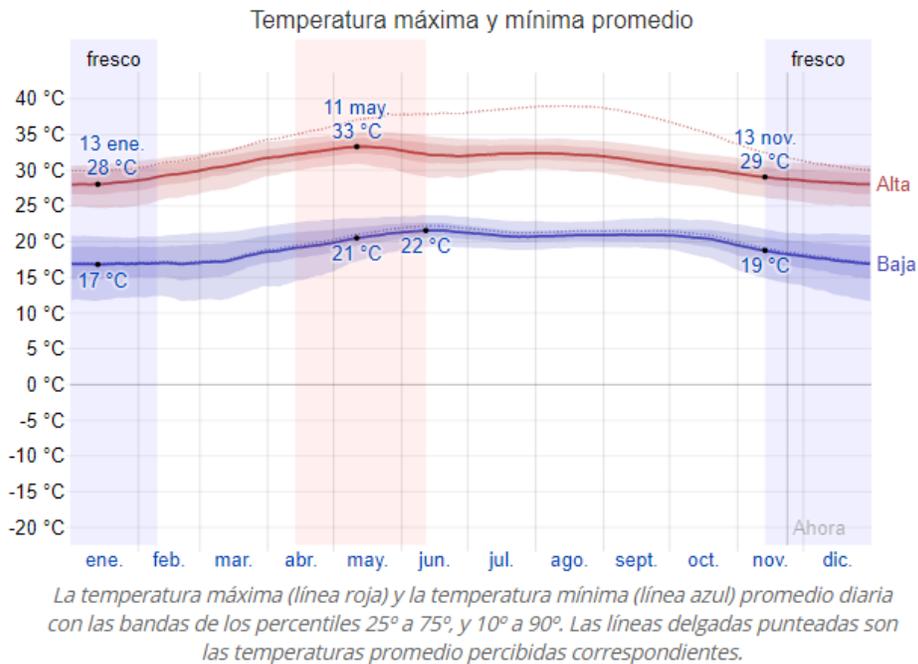


Figura 2: Tipos de Clima

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

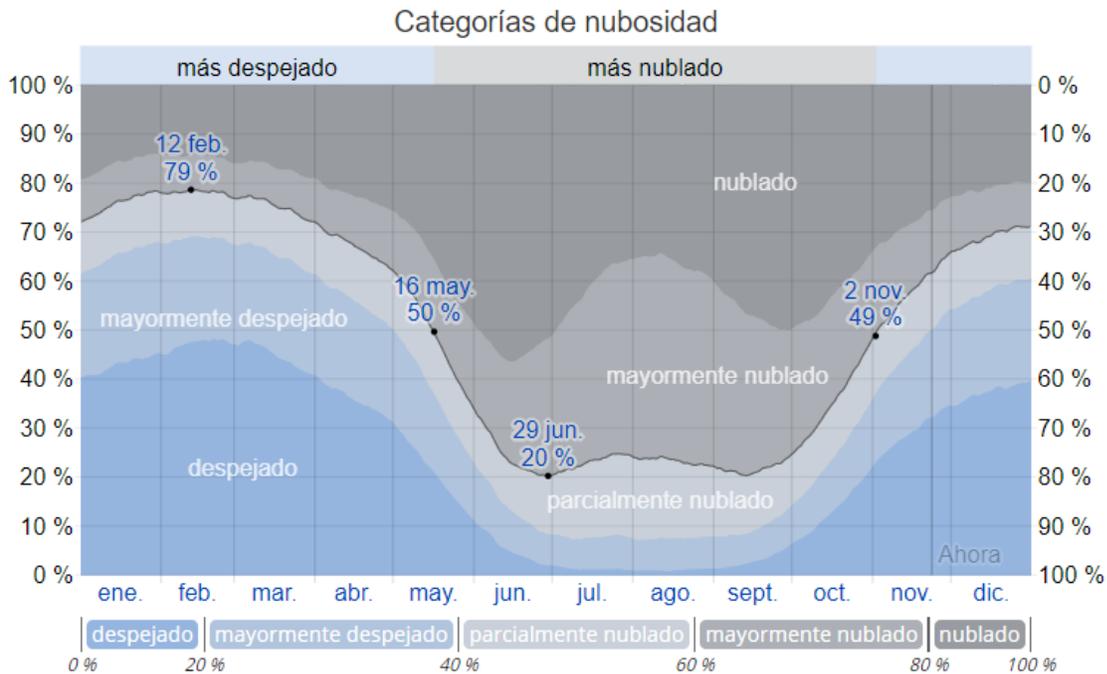


Nubosidad

El promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año. La parte más despejada del año comienza aproximadamente el 2 de noviembre; dura 6,5 meses y se termina aproximadamente el 16 de mayo. El 12 de febrero, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 79 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 21 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 16 de mayo; dura 5,5 meses y se termina aproximadamente el 2 de noviembre. El 29 de junio, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 80 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 20 % del tiempo.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes.

Precipitación

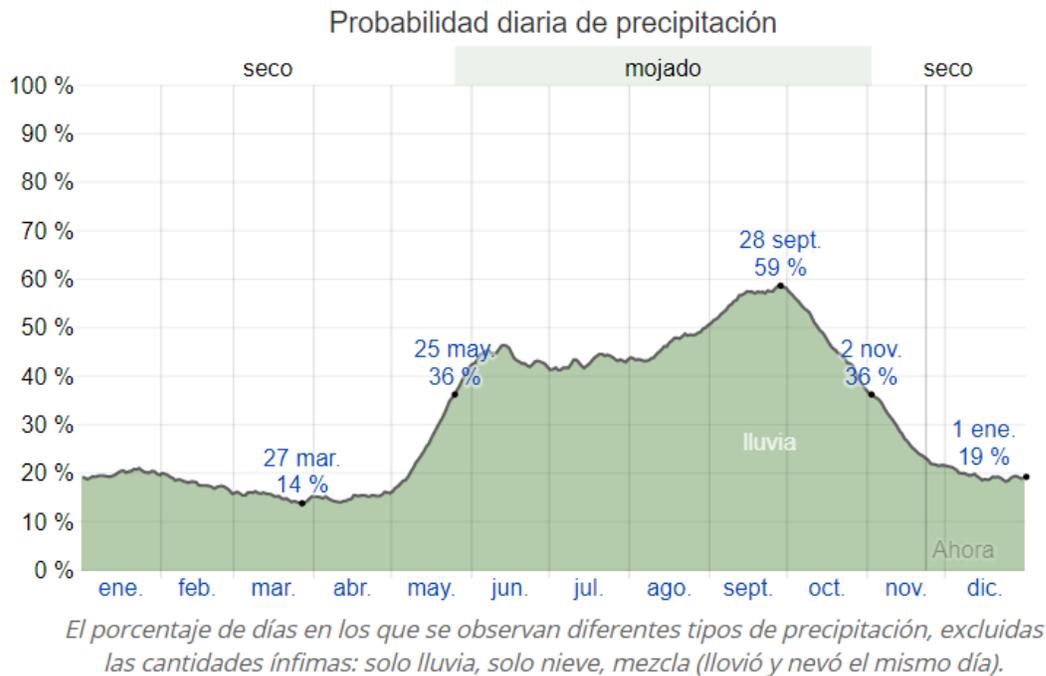
Un día lluvioso es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días lluviosos varía considerablemente durante el año.

La temporada más lluviosa dura 5,3 meses, de 25 de mayo a 2 de noviembre, con una probabilidad de más del 36 % de que cierto día será un día lluvioso. La probabilidad máxima de un día lluvioso es del 59 % el 28 de septiembre.

La temporada más seca dura 6,7 meses, del 2 de noviembre al 25 de mayo. La probabilidad mínima de un día lluvioso es del 14 % el 27 de marzo.

Entre los días lluviosos, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 59 % el 28 de septiembre.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Lluvia

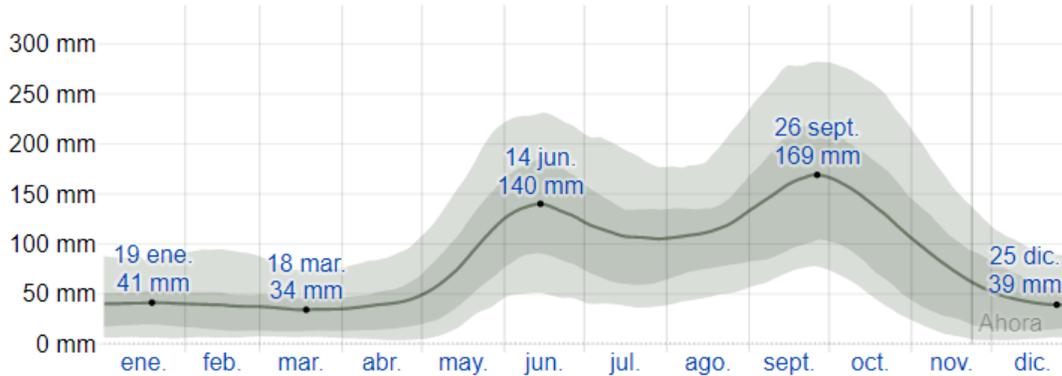
Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Este sitio tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación.

Llueve durante el año en el sitio. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 26 de septiembre, con una acumulación total promedio de 169 milímetros.

La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 18 de marzo, con una acumulación total promedio de 34 milímetros.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Precipitación de lluvia mensual promedio



La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25° al 75° y del 10° al 90°. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

Sol

La duración del día en Tulum varía durante el año. En 2019, el día más corto es el 21 de diciembre, con 10 horas y 55 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 13 horas y 21 minutos de luz natural.

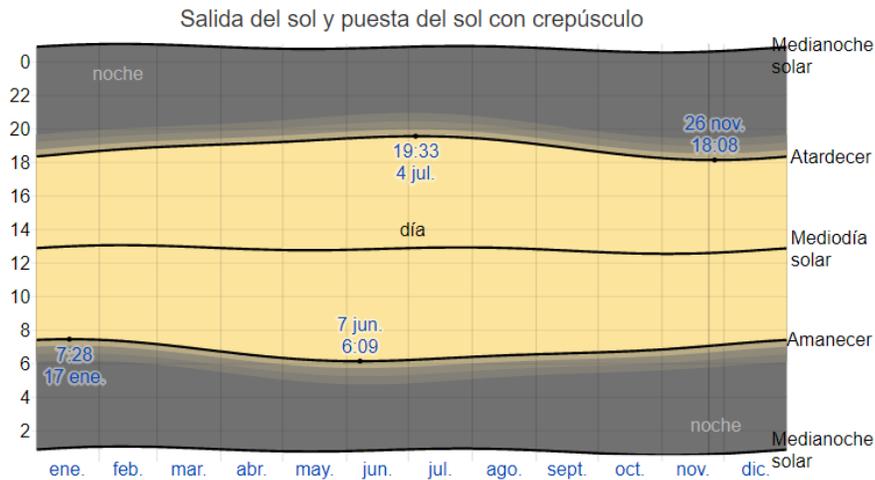
Horas de luz natural y crepúsculo



La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total.

La salida del sol más temprana es a las 6:09 el 7 de junio, y la salida del sol más tardía es 1 hora y 19 minutos más tarde a las 7:28 el 17 de enero. La puesta del sol más temprana es a las 18:08 el 26 de noviembre, y la puesta del sol más tardía es 1 hora y 25 minutos más tarde a las 19:33 el 4 de julio.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



El día solar durante el año 2019. De abajo hacia arriba, las líneas negras son la medianoche solar anterior, la salida del sol, el mediodía solar, la puesta del sol y la siguiente medianoche solar. El día, los crepúsculos (civil, náutico y astronómico) y la noche se indican por el color de las bandas, de amarillo a gris.

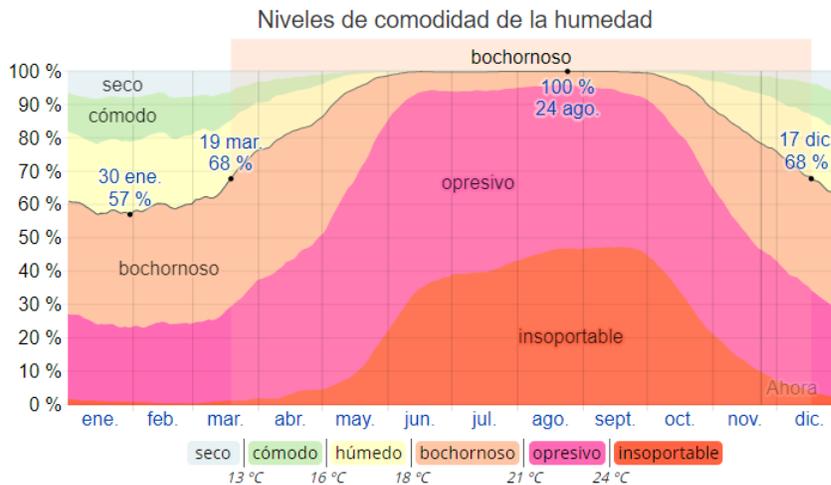
Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

La humedad percibida varía considerablemente. El período más húmedo del año dura 9,0 meses, del 19 de marzo al 17 de diciembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 68 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 24 de agosto, con humedad el 100 % del tiempo.

El día menos húmedo del año es el 30 de enero, con condiciones húmedas el 57 % del tiempo.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

Viento

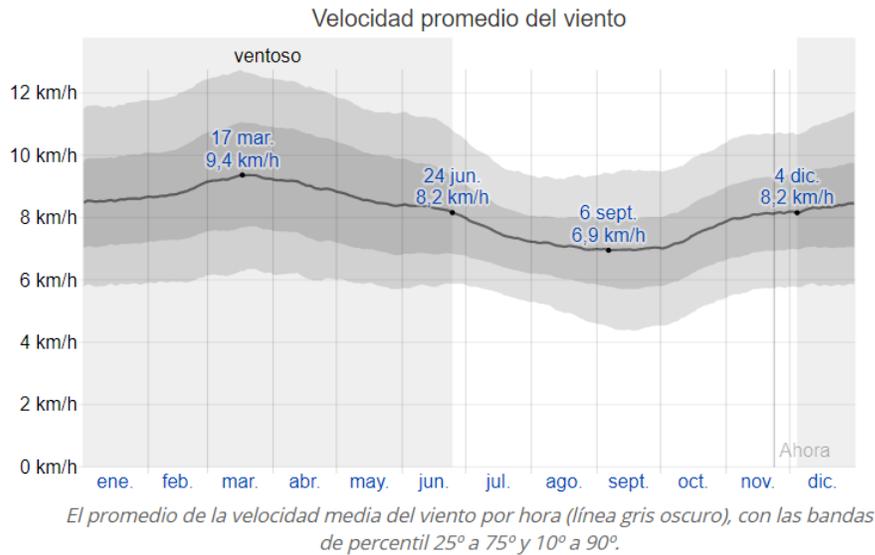
Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

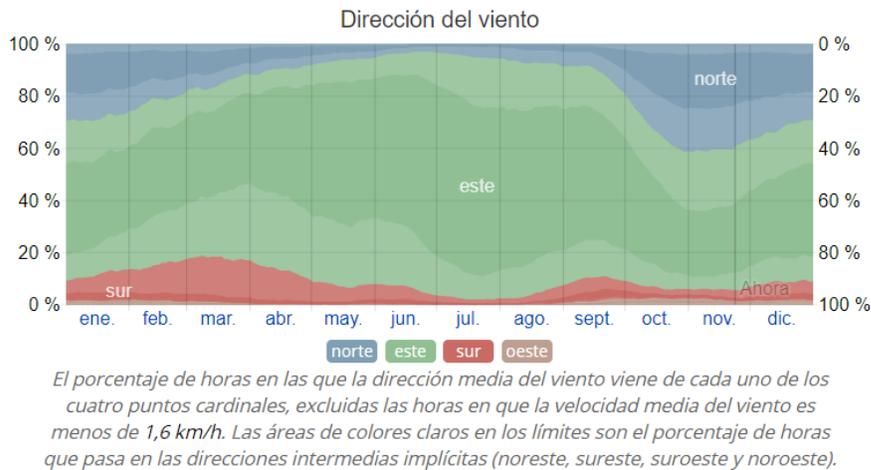
La parte más ventosa del año dura 6,7 meses, del 4 de diciembre al 24 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 8,2 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 17 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 9,4 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 5,4 meses, del 24 de junio al 4 de diciembre. El día más calmado del año es el 6 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 6,9 kilómetros por hora.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



La dirección del viento promedio por hora predominante es del este durante el año.



Geología y geomorfología

El sitio de trabajo se encuentra en el Municipio de Tulum en el estado de Quintana Roo, en la porción oriental de México, la cual es una provincia constituida por sedimentos calcáreos debido a la ausencia de sistemas fluviales provenientes del interior del continente, que



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

aportan sedimentos terrígenos, así como al clima tropical que impera en esta región del Caribe.

En el SA se identifican tres unidades cronoestratigráficas:

Gleysol mólico (GLmo/2):

El término gleysol deriva del vocablo ruso "gley" que significa masa fangosa, haciendo alusión a su exceso de humedad.

El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados, principalmente sedimentos de origen fluvial, marino o lacustre, del Pleistoceno u Holoceno. La mineralogía puede ser ácida o básica. Se encuentran en áreas deprimidas o zonas bajas del paisaje, con mantos freáticos someros.

El perfil es de tipo ABgCr o HBgCr, si bien el horizonte Bg puede no existir. Es característica la evidencia de procesos de reducción, con o sin segregación de compuestos de hierro dentro de los primeros 50 cm del suelo.

La humedad es la principal limitación de los Gleysoles virgenes; suelen estar cubiertos con una vegetación natural pantanosa e inútil o se usan para pastizal extensivo. Una vez drenados pueden utilizarse para cultivos, agricultura de subsistencia o huertas. En los trópicos y subtrópicos se utilizan ampliamente para el cultivo del arroz.

Solonchak mólico sódico (SCmoso/3):

El término solonchak deriva de los vocablos rusos "sol" que significa sal y "chak" que significa área salina, haciendo alusión a su carácter salino.

El material original lo constituye, prácticamente, cualquier material no consolidado.

Se encuentran en regiones áridas o semiáridas, principalmente en zonas permanentemente o estacionalmente inundadas. La vegetación es herbácea con frecuente predominio de plantas halófilas; en ocasiones aparecen en zonas de regadío con un manejo inadecuado. En áreas costeras pueden aparecer bajo cualquier clima.

El perfil es de tipo AC o ABC y, a menudo, con propiedades gleicas en alguna zona. En áreas deprimidas con un manto freático somero, la acumulación de sales es más fuerte en

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

la superficie del suelo, solonchaks externos. Cuando el manto freático es más profundo, la acumulación salina se produce en zonas subsuperficiales del perfil, solonchaks internos.

Los Solonchaks presentan una capacidad de utilización muy reducida, solo para plantas tolerantes a la sal. Muchas áreas son utilizadas para pastizales extensivos sin ningún tipo de uso agrícola.

Leptosol: húmico (LPhu/3); lítico (LPhuli/2R) y Rénzico (LPhurz/2)

El término leptosol deriva del vocablo griego "leptos" que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido.

El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina.

Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas.

El desarrollo del perfil es de tipo AR o AC, muy rara vez aparece un incipiente horizonte B. En materiales fuertemente calcáreos y muy alterados puede presentar un horizonte Móllico con signos de gran actividad biológica.

Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos. Lo mejor es mantenerlos bajo bosque.

Esta zona es tectónicamente inactiva, y está afectada por corrientes litorales permanentes, acción del oleaje y de las mareas y por el viento dominante del sureste; controlando a los diferentes tipos de sedimentos calcáreos distribuyéndolos en cinco ambientes sedimentarios mayores y varios subambientes, estos son: 1) Complejo arrecifal, desarrollado desde el extremo sur de Isla Cancún hacia el sur de esta provincia. 2) Playa de alta energía en mar abierto, generando gran cantidad de oolitas, depositadas a lo largo de Isla Cancún. 3) Megarrizaduras de fondo, entre el continente e Isla Mujeres. 4) Dunas litorales o eolinitas, las cuales conforman a las dos islas, Cancún y Mujeres. 5) Lagunas restringidas formadas durante el Pleistoceno Tardío y el Holoceno, por el depósito de tómbolos o espolones en los extremos sur y norte de Isla Cancún.

Las costas del Caribe en el Estado de Quintana Roo son importantes sedimentológicamente, puesto que ofrecen una excelente oportunidad para observar y estudiar diversos ambientes de depósitos pleistocénicos y holocénicos gobernados por corrientes litorales permanentes, así como por la acción del oleaje, de las marcas, y por el

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

viento; este último proceso juega un papel muy importante en la formación de eolianitas depositadas a lo largo de la costa del Caribe.

La provincia sedimentaria tiene una accesibilidad excelente en todos los puntos de interés, los cuales están comprendidos en un trayecto de unas cuantas decenas de kilómetros.

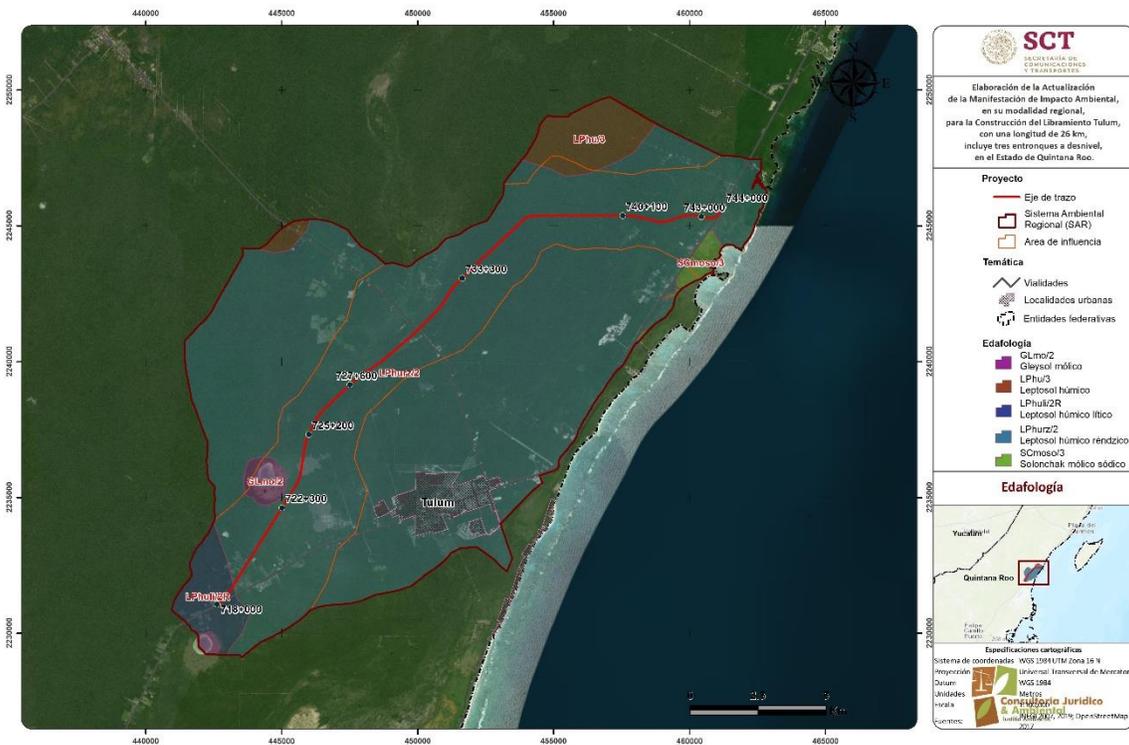
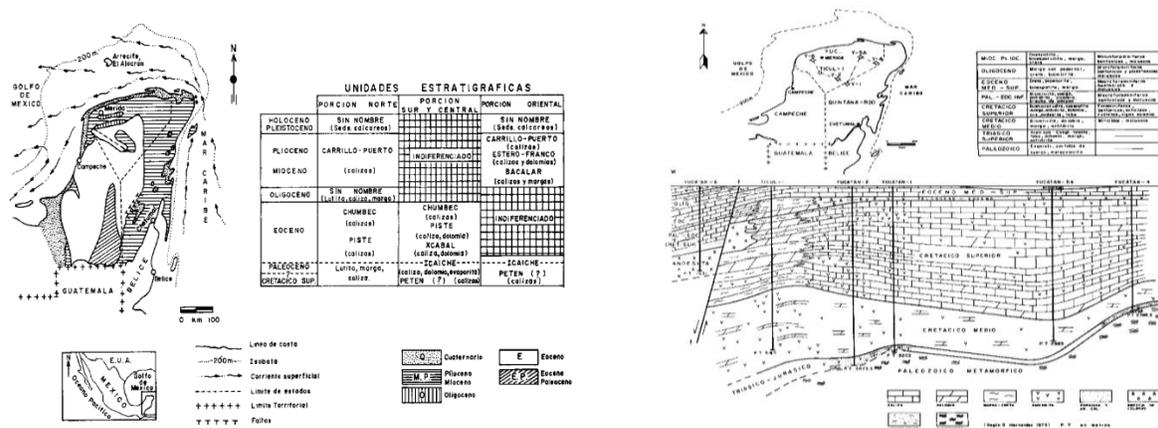


Figura 3: Mapa Edafológico

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Geología Regional

La Plataforma de Yucatán (Figura 1), es una provincia que ha subsidido lentamente, lo cual se ve reflejado en su secuencia sedimentaria con litofacies repetidas de más de 3000 m de espesor, depositada desde el Jurásico hasta el Reciente (Figura 2).



El basamento de la Plataforma de Yucatán está formado por rocas de origen metamórfico del Paleozoico en el cual descansan lechos rojos del Jurásico, que a su vez subyacen a una sucesión de rocas carbonatadas y evaporíticas, depositadas sobre la plataforma durante varios períodos de subsidencia lenta aunque aparentemente continua.

El complejo metamórfico de posible edad paleozoica forma un alto estructural en el subsuelo, en la parte nor-oriental de la provincia yucateca. Durante el Jurásico Inferior este complejo metamórfico sirvió de fuente de suministro de sedimentos terrígenos que eran transportados hacia el interior de la plataforma, que estaba caracterizada por ser somera y de condiciones restringidas, por lo que las evaporitas y lutitas carbonosas generalmente están interdigitadas o intercaladas.

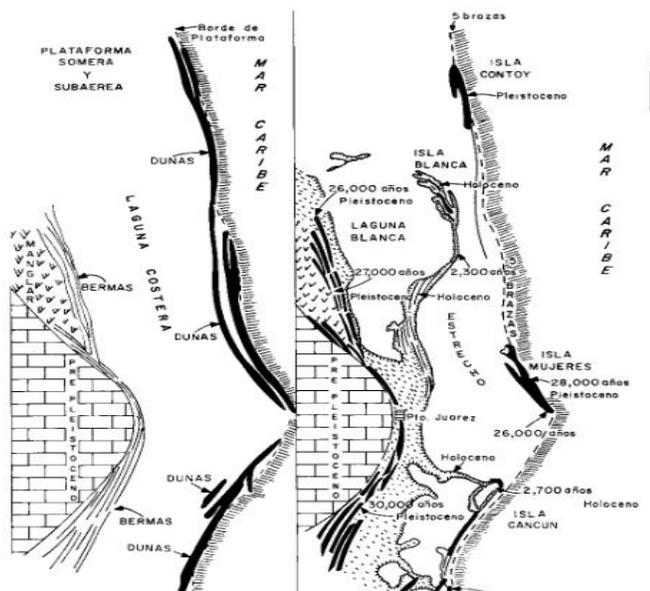
La influencia fluvial que tuvo el área se manifiesta al encontrar evaporitas y dolomías asociadas a areniscas submaduras de color rojizo por oxidación, variando a conglomeráticas hacia las porciones topográficas más altas. A principios del Cretácico, la plataforma comenzó a oscilar depositándose facies regresivas y transgresivas. Estas facies son de ambiente de supramarea, intermarea o de inframarea somera. A fines del Cretácico, la porción norte-central de la península empezó a emerger hasta quedar totalmente expuesta, lo que es evidente por el depósito de brechas y conglomerados cuyos clastos son de anhidrita, caliza y dolomía; este horizonte se encontró en los pozos Yucatán 1, 2, 4

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

y 5A (Figura 2). Por otro lado, en la parte occidental de la Plataforma de Yucatán las litofacies del Cretácico Superior son diferentes a aquellas encontradas en su porción central-oriental, y están constituidas por cuerpos de margas, dolomías, derrames andesíticos, areniscas y horizontes de bentonita (Pozo Yucatán 6, Figura 2). Sobre la secuencia sedimentaria descrita se depositó un cuerpo de biomicrita y de lutita conteniendo globigerínidos y calciferúlidos en condiciones de salinidad marina normal, lo cual es opuesto a los sedimentos subyacentes que representan condiciones de sedimentación somera y restringida evaporítica. Entre las facies de mar abierto y las de condiciones restringidas evaporíticas, hubo un período de actividad volcánica, representado por derrames andesíticos.

Durante el Terciario y el Cuaternario, el nivel del mar había oscilado varias veces. Como consecuencia de ello las facies sedimentarias depositadas son características de plataforma somera, así como restringidas evaporíticas, en ambiente de supramarea. Rocas del Terciario afloran ampliamente en la provincia de Yucatán (Figura 1). La variación sedimentaria, en general, es arcillo-arenosa en la porción sur-occidental de la plataforma, arcillo-calcárea en la porción sur de la misma provincia y calcárea en la porción nor-oriental.

Los sedimentos carbonatados del Pleistoceno y del Holoceno fueron ampliamente distribuidos en las márgenes litorales de la Plataforma de Yucatán, en una etapa transgresiva, en la que el nivel del mar alcanzó 5 metros arriba del actual. Los sedimentos calcáreos depositados son característicos de ambiente eólico-costero y de playa (Ward y Wilson, 1974). Un ejemplo de ello se tiene en la porción continental, al sur y al noroeste de Puerto Juárez, y en Puerto Morelos, al sur de poblado de Cancún. La edad que reportan Ward y Wilson (op. cit., p. 107) por medio de carbono-14, es de 20000 a 30000 años (Figura 3). Sin embargo, Broecker et al. (1968) consideran que estos mismos sedimentos no tienen menos de 125,000 años en base a variaciones de elementos radioactivos contenidos en fragmentos coralininos.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

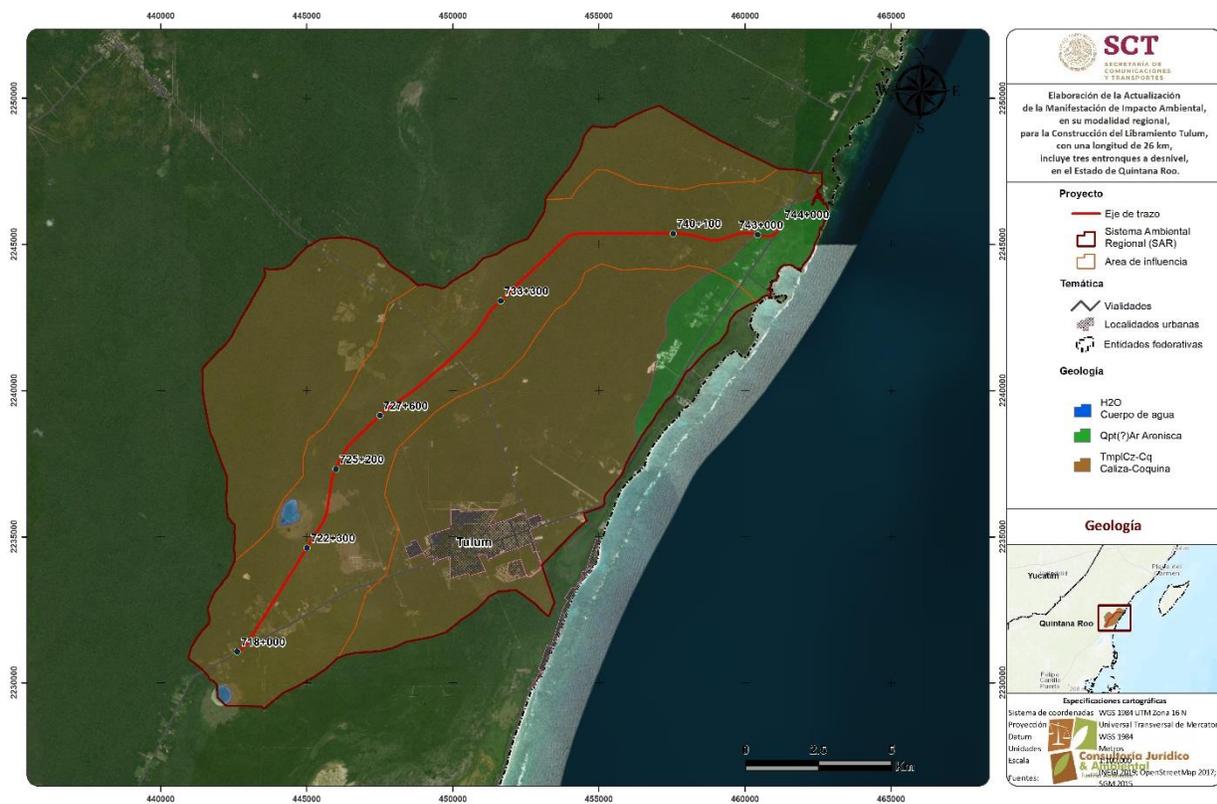


Figura 4: Mapa Geológico

- Características del relieve.
- **Fisiografía del Sistema Ambiental.**

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El sistema ambiental se encuentra en la Provincia Fisiográfica correspondiente a la Península de Yucatán.

La Región fisiográfica Península de Yucatán, es una provincia que se encuentra ubicada en el sureste de México. Se encuentra limitado al norte y al Este por el golfo de México, al sur por Belice y al Oeste por el Golfo de México y la provincia de la Llanura costera del golfo sur. Políticamente abarca la totalidad del estado de Yucatán y Quintana Roo y la mayor parte de Campeche.

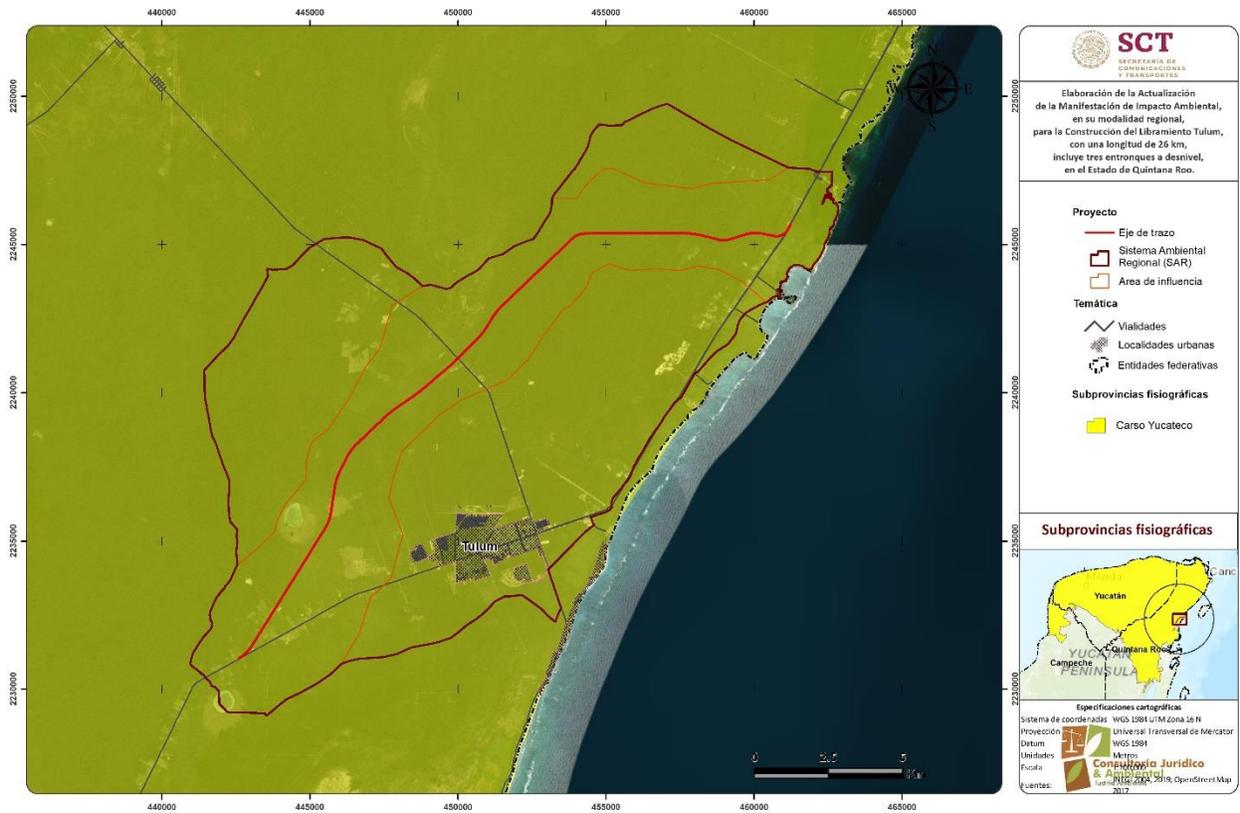


Figura : Subprovincias

Características Fisiográficas:

El terreno de la provincia Península de Yucatán es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

elevaciones hasta de 350 metros. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas (que contiene cal) que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul.

En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y úvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo.

En el estado de Quintana Roo, existen dos extensas lagunas, la de Bacalar, cerca de los límites con Belice y la de Chichancanab en Yucatán. Un rasgo topográfico característico de la Península son las "aguadas", lagunas de aguas someras ordinariamente de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos que, por erosión, pierden la verticalidad de sus paredes y su fondo se va rellenando por el depósito de arcillas poco permeables, que lo elevan y terminan por colocarlo por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas.

En otros casos, el hundimiento de la bóveda de las cavernas no llega al nivel de circulación de las aguas subterráneas formándose un tipo de dolina (cenote), cuyo fondo se va rellenando de suelo rojizo; estos hundimientos en forma de embudo y sin agua en el fondo reciben el nombre de "joyas" (hoyas).

Subprovincia Fisiográfica	Estado	Municipios
62. Carso Yucateco	Campeche	Calkini, Campeche, Hecelchakan, Tenabo
	Quintana Roo	Benito Juárez, Cozumel, Felipe Carrillo Puerto, Isla Mujeres, José María Morelos, Lázaro Cárdenas, Othon P. Blanco, Solidaridad
	Yucatán	Abala, Acanceh, Akil, Baca, Bokoba, Buctzotz, Cacalchen, Calotmul, Cansahcab, Cantamayec, Celestun, Cenotillo, Chacsinkin, Chankom, Chapab, Chemax, Chichimila, Chicxulub Pueblo, Chikindzonot, Chochola, Chumayel, Conkal, Cuncunul, Cuzama, Dzemul, Dzidzantun, Dzilam de Bravo, Dzilam Gonzalez, Dzitas, Dzoncauich, Dzan, Espita, Halacho, Hocaba, Hoctun, Homun, Huhí, Hunucma, Hunucma, Ixil, Izamal, Kanasin, Kantunil, Kaua, Kinchil, KopomaMama, Mani, Maxcanu, Mayapan, Mococho, Motul, Muna, Merida, Muxupip, Opichen, Oxkutzcab, Panaba, Peto, Progreso, Quintana Roo, Río Lagartos, Sacalum, Samahil, San Felipe, Sanahcat, Seye,

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

		Sinanche, Sotuta, Sucila, Sudzal, Suma, Tahdziu, Tahmek, Teabo, Tecoh, Tekal de Venegas, Tekanto, Tekax, Tekit, Tekom, Telchac Pueblo, Temax, Temozon, Tepakan, Tetiz, Teya, Ticul, Timucuy, Tinum, Tixcacalcupul, Tixkokob, Tixmehuac, Tixpehual, Tizimin, Tunkas, Tzucacab, Uayma, Ucu, Uman, Valladolid, Xocchel, Yaxcaba, Yaxkukul, Yobain
63. Carso Y Lomeríos de Campeche	Campeche	Calakmul, Calkini, Campeche, Candelaria, Carmen, Champoton, Escarcega, Hecelchakan, Hopelchen, Tenabo
	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto, Jose María Morelos, Othon P. Blanco
	Yucatán	Akil, Halacho, Maxcanu, Muna, Opichen, Oxkutzcab, Peto, Sacalum, Santa Elena, Tekax, Ticul, Tzucacab
64. Costa Baja de Quintana Roo	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto, Othon P. Blanco, Solidaridad

Superficie estatal por tipo de fisiografía
(Porcentaje)

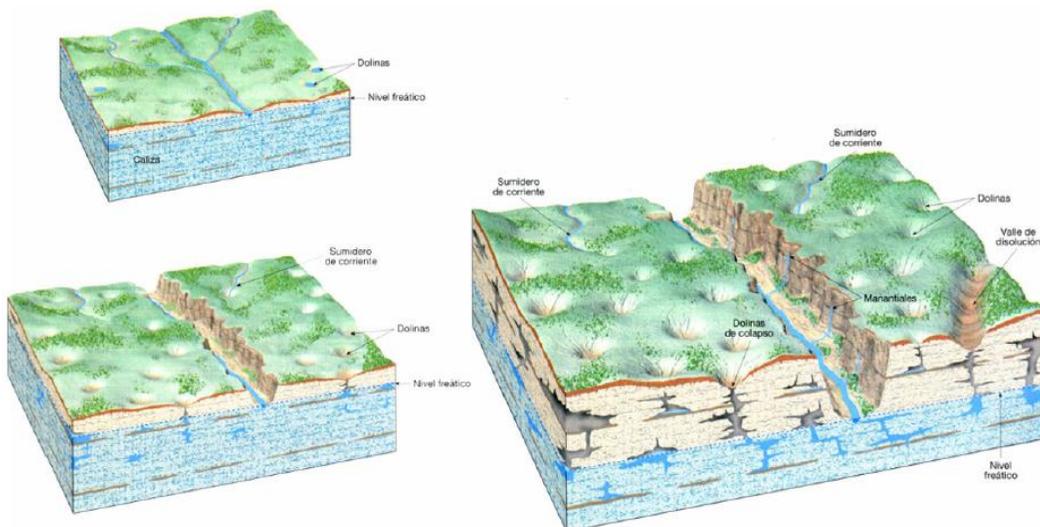
Provincia		Subprovincia		Total	Sistema de topoformas		Total
Clave	Nombre	Clave	Nombre		Clave	Nombre	
				100.00			100.00
XI	Península de Yucatán	62	Carso Yucateco	54.90	200	Lomerío	0.02
					500	Llanura	53.84
					P00	Playa o barra	1.04
		63	Carso y Lomeríos de Campeche	24.22	200	Lomerío	24.18
					500	Llanura	0.04
		64	Costa Baja de Quintana Roo	20.88	200	Lomerío	0.01
					500	Llanura	19.60
					A00	Arrecife	0.11
					P00	Playa o barra	1.16

Fuente: INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica Escala 1:1 000 000, serie I.

Sismicidad

De acuerdo al Sistema Integral de Información sobre Riesgos y Desastres en México, el área del proyecto se encuentra en una zona con un peligro sísmico Muy Bajo, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Desarrollo del paisaje cárstico (Fuente: Ciencias de la tierra. Una introducción a la Geología física, Tarbuck y Lutgens)

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Geomorfología

La geomorfología del Sistema Ambiental, se puede distinguir en dos grupos, la perteneciente al sistema costero, el cual en conjunto agrupa a la costa de inundación y a la erosiva acumulativa, y en un segundo grupo al sistema cárstico, que engloba al relieve cárstico acumulativo y al denudatorio como se muestra en la siguiente Tabla.

Superficie ocupada en el SAR por cada geoforma		
Grupo	Geoforma	Superficie (%)
Sistema costero	Costa de inundación y/o de intermareas.	0.67
	Costa erosiva - acumulativa (mixta).	0.00
Sistema cárstico	Relieve cárstico acumulativo residual de circulación fluvial subterránea, formando un relieve uniforme.	16.23
	Relieve cárstico denudatorio de circulación fluvial superficial. Con procesos de disolución en depresiones.	83.10
Total		100 %

La Costa de inundación y/o de intermareas del sistema costero, es una planicie como se entiende costera, cubierta dentro del SAR por Selva baja o inundable, Selva mediana subperennifolia y algunos pastizales halófilos; se ubica al Suroriente del SAR, ocupando parte del sistema de cuevas Ox Bel Ha, bajo la cota de 6 msnm, sobre una superficie de 0.67%.

De este mismo grupo también se identificó a la Costa erosiva-acumulativa (mixta), llamada también costa abrasiva - acumulativa, formada por costas rocosas bajas o acantilados precedidos de una playa. Esta geoforma se presenta en la costa Norte del SAR, en la Caleta Xel Ha.

Paisaje cárstico

La evolución del paisaje cárstico dentro del SAR comienza con la percolación del agua subterránea a través de la caliza a lo largo de diaclasas y planos de estratificación. Esta disolución crea cavernas en el nivel freático y por debajo de él, en gran parte del Sistema ambiental se desarrollan colinas, y en ocasiones, corrientes de superficie que son canalizadas por debajo del terreno. Con el paso del tiempo, las cavernas se hacen mayores y aumenta el número y tamaño de las dolinas. El hundimiento de las cavernas y la unión de



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

las dolinas forman depresiones de suelo plano más grandes. Finalmente la actividad de la disolución puede remover la mayor parte de la caliza de la zona, dejando solo restos aislados.

Sistemas de cuevas

El Sistema Ox Bel Ha, corresponde al más grande en cuanto a longitud se refiere de la Península de Yucatán, colinda al Sur con la Reserva de la Biósfera de Sian Ka´An y está parcialmente dentro del SAR en la región Surponiente de la misma. Por otra parte, ubicado a 4 Km antes del poblado de Tulum sobre la carretera Chetumal - Cancún, se ubica el sistema Naranjal, que se extiende hacia el Norte de la citada carretera 1 Km y hacia el Sur otros 2 Km. Incluye a los cenotes Naharon (Cristal), Escondido (Mayan Blue), Muknal (Jailhouse), entre otros. La haloclina se encuentra a 18 m de profundidad y las corrientes subterráneas corren de Norte a Sur. En la porción Sur del Centro de la población de Tulum, se ubica el sistema Ak Tulum, el cual recorre 1 Km al Poniente del camino que conduce a la zona Arqueológica Tulum desde el pueblo del mismo nombre. Otro de estos sistemas de cuevas, es el denominado Aktun Ha (Car Wash), orientado hacia el Norponiente - Surponiente, el cual hasta el momento se cree que puede llegar a ser una conexión de las aguas subterráneas con el basurero municipal, ubicado a 1.5 Km del cenote.⁷ Esta dirección de la corriente de agua subterránea es confirmada por Coke y Young⁸ en la cartografía elaborada para este sistema, sin embargo no se ha verificado que sustancias provenientes del basurero hayan llegado hasta el sistema Aktun Ha.

Cenotes

Los cenotes, muy comunes dentro del SAR, son segmentos de cuevas inundadas que han quedado expuestos a la superficie debido al colapso del techo, como parte de la disolución del carbonato de calcio que compone a la caliza del estrato litológico de la región, dejando expuesta el agua subterránea del acuífero. Esta disolución generalmente está relacionada con la formación de estalactitas y estalagmitas que dependiendo del cenote, llegan a unirse para formar "columnas". En la Figura IV.30 se muestran los principales cenotes explorados dentro del SAR, aunque es necesario considerar que existen otros inexplorados.

Manantiales

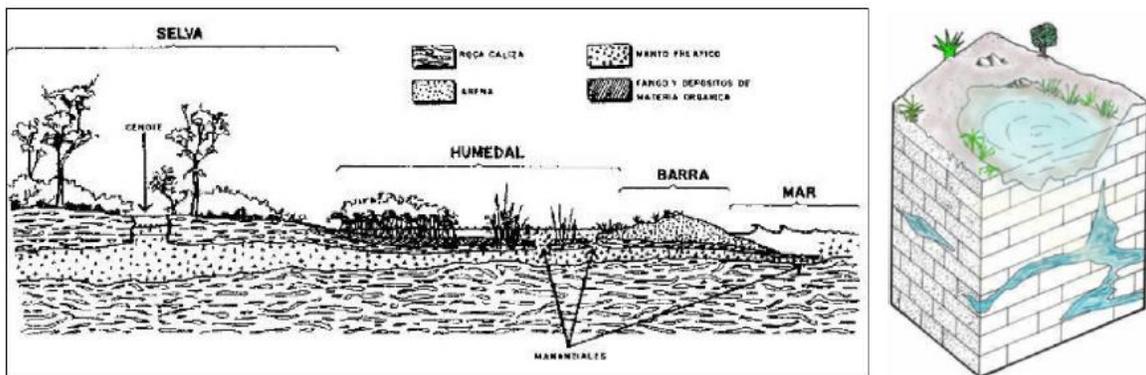
Dentro del SAR, además de los cenotes, existen otras formaciones cársticas que permiten la circulación del agua subterránea, como los llamados "manantiales", que son estructuras

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

rodeadas por una muy delgada capa caliza y se sitúan dentro de humedales. Los manantiales constituyen puntos donde el agua subterránea es accesible desde la superficie de forma natural. En el SAR existen claros ejemplos de estas estructuras, como en Laguna Madera y Laguna El Continente (Norte del SAR), y los “cenotes” del sistema Ox Bel Ha, Suroriente del SAR.

Aguadas

Alrededor de los cenotes y manantiales, se forman anillos de vegetación que dan pie a microunidades edáficas que tienen el nombre maya de Ak'alche (ak'alche': laguna, pantano) que se caracterizan por conformar llanos o bajíos en los que se deposita agua por algún tiempo, aún en terrenos llanosos y en donde la hojarasca y árboles que caen han formado atillos de tierra vegetal, similar forma a los cenotes de edad avanzada donde el acumulamiento de materia vegetal ha obstruido el tránsito directo hacia el acuífero (Figura IV.31). Estas estructuras son típicas de unidades de escurrimiento endorréicas, como las ubicadas al Norte de la carretera Tulum – Coba y al Oriente de los terrenos del aeropuerto de la Riviera Maya.



Izquierda: Esquema de la hidrología peninsular (Fuente: Los Humedales. Un Mundo Olvidado, Morales, Juan José, Dibujo: Amigos de Sian Ka'An), Derecha: Aguada (Fuente: Gaona-Vizcaino, 1980 (modificado) y Flores-Nava, 1989)

Edafología

En el SAR se identificaron un total de tres unidades dominantes de suelo de acuerdo al sistema de clasificación FAO - UNESCO. En términos generales, los suelos (unidad dominante) en el SAR están en asociación con la unidad geológica y geomorfológica sobre la cual sobreyacen.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Cabe hacer mención que dentro del SAR se presentan suelos poco profundos y en asociaciones de dos o más tipos, donde predominan los leptosoles y gleysoles. La pendiente topográfica, la precipitación y el sustrato geológico han contribuido a que no exista mayor diversidad de suelos y que solo donde se presentan zonas de inundación se pueda acumular suficiente material para la formación de unidades de suelo diferentes a los leptosoles. En general la textura de los suelos es media y solo la de los gleysoles, llega en las zonas de menor altitud a ser fina, debido a la formación y acumulación de *terra rosa*. En cuanto a su fertilidad es variable ya que esto no depende solo del tipo de suelo, sino sobre que unidad geomorfológica se asientan.

Los terrenos desmontados en el SAR, para fines agropecuarios, fueron utilizados como máximo 4 años y después abandonados, porque perdieron por completo su capacidad productiva y actualmente lucen como leptosoles con acahuales bajos. La roca madre provoca que la edafogénesis sea muy lenta y el horizonte orgánico o A, sea muy cotizado, ya que corresponde la única "tierra fértil" del SAR que además es muy erodable, ya que depende de las raíces de los árboles de la selva para retenerse. Los suelos presentes en el SAR son muy antiguos, aunque comparten las características de los suelos jóvenes de otras partes del país. La vocación del suelo del SAR es netamente forestal.

Los suelos leptosoles son los de mayor distribución dentro del SAR, pues ocupan una superficie de 49,708.8 Ha, equivalentes al 98%, se caracterizan por ser suelos someros, de escasa evolución y desarrollo, limitados por una roca continua a menos de 25 cm, o bien por un material con más del 40% de equivalente en carbonato cálcico. Solo presentan un horizonte superficial ya sea mólico, úmbrico u ócrico, y un segundo vértico. Dentro del SAR este tipo edáfico mantiene comunidades naturales de selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia y selva baja (inundable y no inundable).

Los gleysoles son suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua, cuando menos en la época de lluvias, ejemplo de lo anterior, son su ubicación única en la nanocuencas endorréicas, que albergan cuerpos de agua (Lámina 34, Anexo 2), perennes e intermitentes, no así, se ubican en nanocuencas arreicas donde la edafogénesis es aún más lenta por la falta de acumulación de escurrimientos y materia orgánica.

Dentro del SAR los gleysoles están representados por la subunidad mólico, caracterizada por presentar una capa superficial oscura de unos 15 cm de espesor, muy rica en materia orgánica y por tanto fértil, de textura suave. Se diferencia por un horizonte saturado de unos 60 cm, con colores grises.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

La unidad edáfica Solonchak gleyico, utiliza una mínima superficie del SAR (1.2 Ha), hace referencia a suelos salinos, constituidos prácticamente por cualquier tipo de material no consolidado, se encuentra en una zona estacionalmente inundada, con influencia de la costa, en donde el manto freático es somero, lo que permite que la acumulación de sales sea más fuerte en la superficie del suelo. Presenta un perfil de tipo AC con características gleicas. La vegetación que mantienen es herbácea con frecuente predominio de plantas halófilas y presentan una capacidad de utilización muy reducida, solo para plantas tolerantes a la sal.

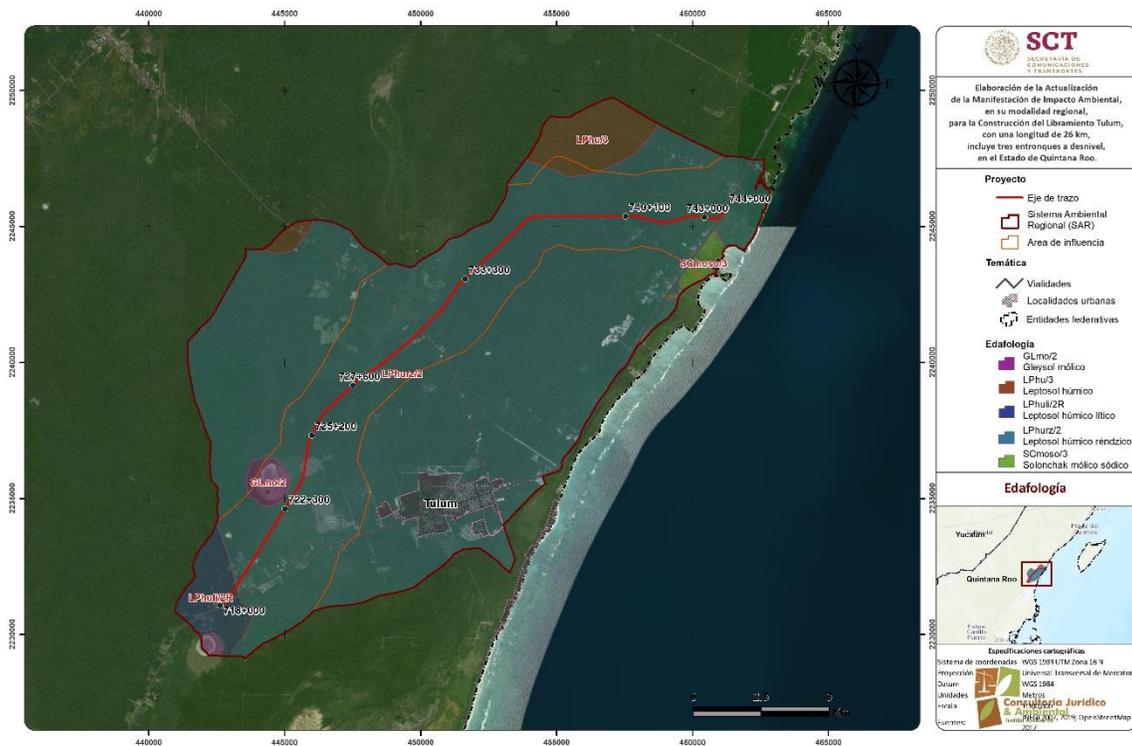


Figura : Mapa Edafológico su vez, esta Región Hidrológica contiene a las cuencas Quintana Roo, Cuencas cerradas B y Bahía de Chetumal.

Hidrología superficial

En lo que se refiere a la hidrología superficial del SAR, debido a la presencia de escasas pendientes, del terreno (<10°) y a las características litológicas y edafológicas que le confieren una alta permeabilidad hidrogeológica, no existen escurrimientos superficiales de

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

consideración. Pues la mayor parte de la precipitación se infiltra o percola hacia el manto acuífero, o se evapora hacia la atmósfera. Por lo que los cuerpos de agua existentes en la zona se deben principalmente al Graben creado durante la formación de la Fractura de Holbox, la cual produjo lomeríos de baja altitud paralelos a dicha fractura alineados en dirección Norte-Sur, donde se alojaron a su vez valles que conducen las escasas corrientes superficiales hacia el Norte de la Península de Yucatán, creando en las cercanías del Golfo de México un extenso sistema de pantanos, humedales y cuerpos de agua perennes e intermitentes.

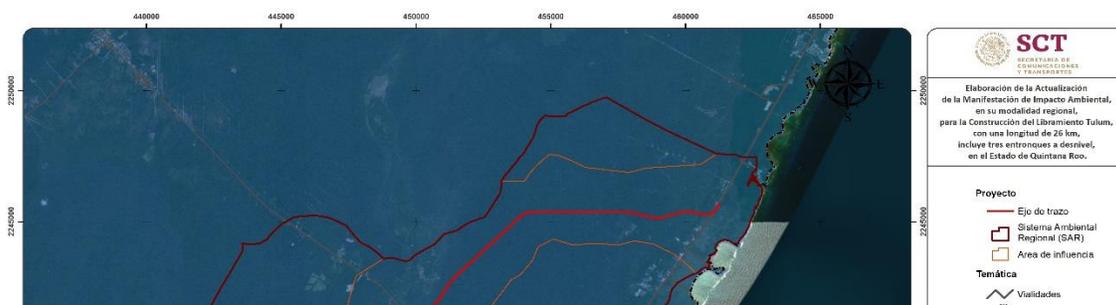


Figura: Hidrología Superficial. Esta hidrología generada respecto a las características naturales. De acuerdo con la CONAGUA, la recarga total dentro del acuífero Península de Yucatán es de 21,813.40 Mm³/año, considerando cifras de un cálculo previo donde la suma de las descargas naturales hacia el mar y por flujo subterráneo son de 14,542.2 Mm³/año. Otra de las salidas de agua consideradas para dichas cifras son los 1,511.9 Mm³/año extraídos por aprovechamientos subterráneos concesionados. El volumen disponible resulta ser de 5,759.2 Mm³/año.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Disponibilidad = Recarga total – Descarga comprometida - Volumen concesionado 5,759.2 = 21,813.4 – 14,542.2 -1,511.9 (en Mm3/año) De acuerdo con la CONAGUA actualmente no está sobreexplotado. Sin embargo ha tenido cuatro decretos de veda para la extracción de agua subterránea con la finalidad de preservar, controlar o proteger su cantidad y calidad. La primera de ellas fue una Veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona que comprende la Delegación de Payo Obispo, en el territorio de Quintana Roo, decretada el 17 de marzo de 1964 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de mayo del mismo año. La segunda fue una veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo en los municipios de Benito Juárez y Cozumel, Quintana Roo decretada el 11 de marzo de 1981 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo del mismo año. Durante 1975 se decretó la conservación de los mantos acuíferos en la zona comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de Campeche, decretada el 25 de agosto y publicada el día 10 de diciembre del mismo año.

Posteriormente, el 13 de septiembre de 1984 hubo un cuarto decreto, por el que se declara de Interés Público la conservación de los mantos acuíferos y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en la parte que corresponde a los límites Geopolíticos del estado de Yucatán, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 20 de septiembre del mismo año.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Cuencas

La cuenca Quintana Roo tiene su origen en la zona Norte del Municipio José María Morelos y Pavón, entre las comunidades de Sacala y Saban, cuenta con una superficie de 45,775.1 Ha dentro del SAR y contiene a la subcuenca Menda 2 de acuerdo con CONABIO, la cual divide al SAR en dos segmentos, Norte y Sur. El Norte se encuentra influenciado por la Fractura de Holbox, ya que los lomeríos y depresiones derivadas de la misma interfieren en mayor medida con el flujo del agua superficial hacia el Mar Caribe. Por su parte, las Cuencas cerradas B contienen a la subcuenca Chuyaxché-Santa Amalia que ocupa 4,924.8 Ha dentro del SAR y tiene su origen en la Sierrita Ticul, aguas arriba de las localidades Becanchen y Ukum, ambas en el Estado de Campeche. La subcuenca *Chunyxche-Santa Amalia* tiene su parteaguas formado un perímetro que corre cerca de las comunidades Chun On, San Antonio Segundo y los Tres Reyes.





ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Erosión

La mayor parte del SAR se encuentra en zonas de erosión baja debido a la baja pendiente dominante en la topografía, lo que se traduce en una erosión promedio para el SAR de 6.8 ton/(Ha*año). Existen zonas de erosión moderada, ubicadas en zonas desprovistas de vegetación, como áreas agrícolas, terracerías y sitios de extracción. Estos se ubican al poniente de la carretera Chetumal-Cancún, al Sur del basurero municipal, y en los caminos que conducen a la laguna Madera, que últimamente han sufrido de quemas naturales y provocadas para limpiar el terreno. El único cuerpo de agua sujeto a azolve, es la parte Sur de la Laguna Madera, donde se ubicaban antiguas cabañas abandonadas y cuyos terrenos se ocupan actualmente para el pastoreo.

El 97% de la superficie del SAR corresponde a una zona de baja erosión, 10 ton/año/Ha, mientras que el 2.8% se ubica en una zona de vulnerabilidad moderada, entre 10 y 50 ton/Ha/año. Con base en el modelo presentado el SAR se erosiona al año una cantidad de 346,990.3 toneladas.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

IV.2.2. Factores bióticos

IV.2.2.1. Caracterización de los Usos Del Suelo y Tipos de Vegetación del SAR

El SAR se localiza dentro la provincia fitogeográfica de la Península de Yucatán; de acuerdo con Rzedowski (2006) la provincia fitogeográfica de la Península de Yucatán, los limites meridionales no se pueden determinar con exactitud, pero comprende la totalidad de la Península, una parte de Belice y el Peten de Guatemala. La flora presenta una gran similitud con la provincia de la Costa del Golfo de México, destacando un número considerable de endemismos, y además, sus relaciones con las antillas son más acentuadas que en cualquier otra parte de la República, también es notable el empobrecimiento de la flora hacia Noroeste. Los géneros de plantas vasculares solo conocidos en la Península de Yucatán son los siguientes: *Asemnanthe*, *Beltrania*, *Goldmanella*, *Harleya*, *Plagiolophus*.

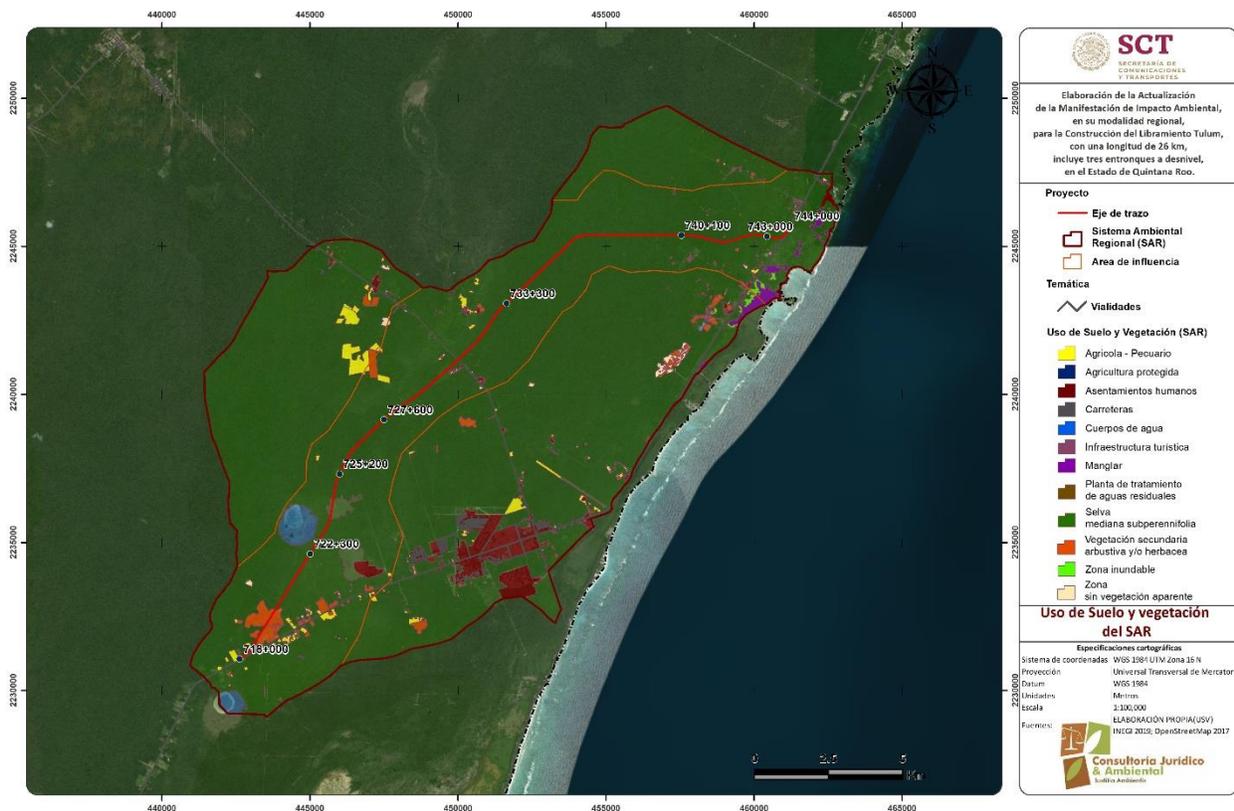


Figura : Uso del Suelo y Vegetación dentro del SAR

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Para el presente estudio se puede resaltar el predominio de la vegetación con dominancia de especies primarias en el SAR, ya que las selvas medianas junto con la selva baja no inundable ocupa el **92.6 %** del SAR, mientras que los ecosistemas primarios inundables donde se incluye el manglar, tular y selva baja inundable ocupa el **0.50%** de la superficie del SAR; en su conjunto la vegetación forestal del SAR con predominancia de especies primarias ocupa el 94.57% de su superficie; mientras que la vegetación secundaria o acahuals ocupa el 1.30% y el resto del área el 4.13% del SAR no presenta estratos arbóreos ni arbustivos y corresponden a las áreas totalmente antropizadas. Con este análisis preliminar se puede afirmar que el SAR es una matriz de vegetación forestal con buen estado de conservación con parches desmontados y antropizados que no son significativos para su funcionamiento actual.

Para el estudio de vegetación en total se realizaron 41 sitios de muestreo de 1000 m², el tipo de vegetación corresponde a Selva Baja Subcaducifolia y Selva Mediana Subperennifolia.

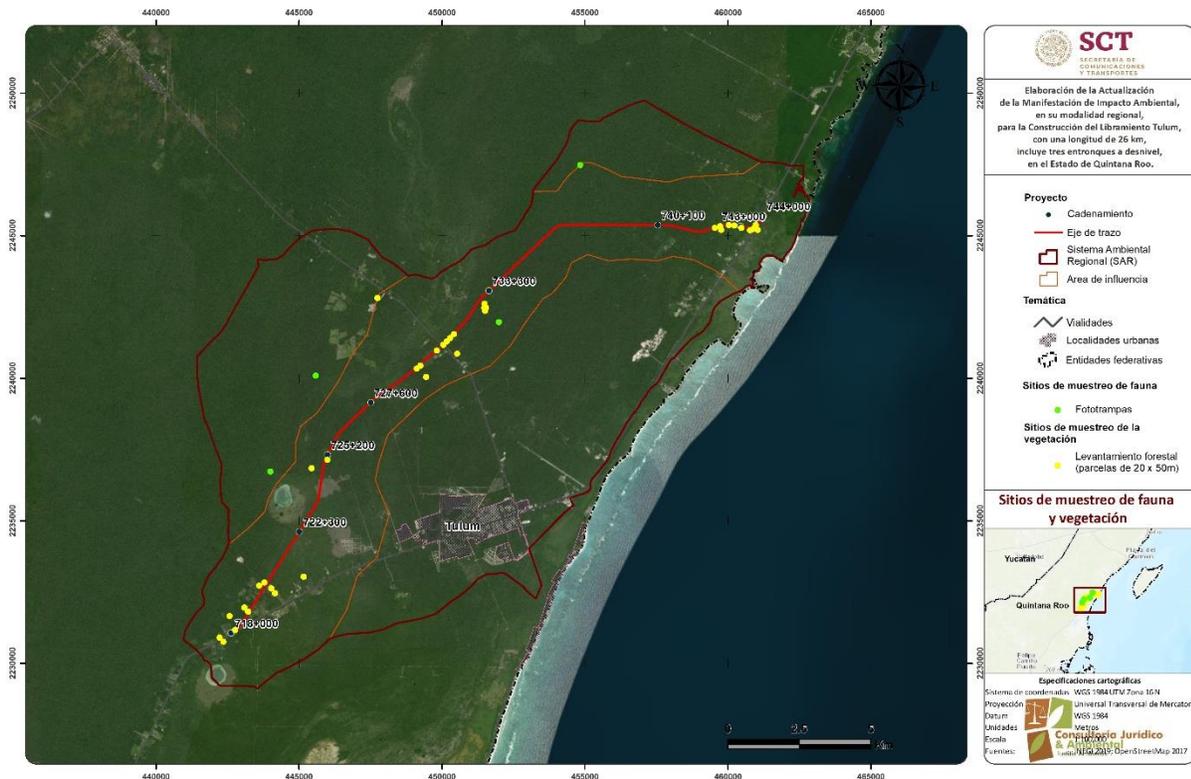


Figura : Sitios de muestreo Flora y Fauna

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Se identificaron en total 99 especies, de las cuales 68 son leñosas, 19 se clasificaron como no maderables y 12 son herbáceas. Dichas especies se encuentran agrupadas en 43 familias, siendo la familia de las fabáceas la mayor representada con 16 especies.

El listado florístico obtenido del muestreo es el siguiente:

Cuadro 1. Listado general de especies vegetales registradas en el área de estudio y su correspondiente categoría de protección.

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTATUS EN LA NOM-059
1	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	chechem	
2	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulich che	A
3	APOCYNACEAE	<i>Thevetia gaumeri</i>	akits	
4	APOCYNACEAE	<i>Plumeria obtusa</i>	zaknikte/flor de angel	
5	APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	uts'um peek'	
6	ARACEAE	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	pool boox	
7	ARACEAE	<i>Philodendron jacquinii</i>	jolop	
8	ARECACEAE	<i>Desmoncus quasillarius</i>	bayal	
9	ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	chit	A
10	ARECACEAE	<i>Sabal yapa</i>	guano	
11	ARECACEAE	<i>Coccothrinax readii</i>	nakax	
12	ARECACEAE	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	
13	BIGNONIACEAE	<i>Tecoma stans</i>	xk'anlol	
14	BIXACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chu'um	
15	BORAGINACEAE	<i>Cordia gerascanthus</i>	bohom	
16	BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	ciricote	
17	BROMELIACEAE	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

18	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	chaca
19	CACTACEAE	<i>Selenicereus trigonus</i>	/
20	CELASTRACEAE	<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	chooch kitam
21	CELASTRACEAE	<i>Hippocratea volubilis</i>	bejuco
22	CLUSIACEAE	<i>Clusia flava</i>	chuunup
23	EBENACEAE	<i>Diospyros cuneata</i>	zilil
24	ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum confusum</i>	tooso
25	EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania adenophora</i>	palo de leche/ ut su pec
26	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	pomol che
27	EUPHORBIACEAE	<i>Croton lobatus</i>	mejen ya'ax k'ooch
28	FABACEAE	<i>Lonchocarpus longistylus</i>	balche
29	FABACEAE	<i>Caesalpinia violacea</i>	chakte'
30	FABACEAE	<i>Havardia albicans</i>	chukum
31	FABACEAE	<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'/granadillo
32	FABACEAE	<i>Piscidia communis</i>	jabin
33	FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	kanasin
34	FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitamche
35	FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	sak ja'bin
36	FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	sak yab
37	FABACEAE	<i>Lysiloma bahamensis</i>	tzalam
38	FABACEAE	<i>Pithecellobium leucospermum</i>	ya' ax eek' /verde lucero
39	FABACEAE	<i>Acacia cornigera</i>	subin /subinche
40	FABACEAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	katsin ek'
41	FABACEAE	<i>Bauhinia jenningsii</i>	tsiimim
46	FABACEAE	<i>Swartzia cubensis syn. Lundelii</i>	katalox
47	FABACEAE	<i>Lonchocarpus xuul</i>	xu'ul
42	FABOIDEAE	<i>Diphysa carthagenensis</i>	tzuzuk
43	LAMIACEAE	<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'
44	LAMIACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	yaaxnik
45	LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	jochok
48	MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	sak paj
49	MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

50	MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	majahua/hool	
51	MALVACEAE	<i>Ceiba auecuelifolia</i>	piim/pochote	
52	MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	pixoy	
53	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	Pr
54	MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	alamo/kopo'	
55	MORACEAE	<i>Ficus carica</i>	higo	
56	MORACEAE	<i>Ficus crocata</i>	morash	
57	MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	ramón	
58	MORACEAE	<i>Chlorophora tinctoria</i>	tinta che	
59	MYRTACEAE	<i>Calyptanthus pallens</i>	chaknii	
60	MYRTACEAE	<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo	
61	MYRTACEAE	<i>Eugenia biflora</i>	pichi' che	
62	MYRTACEAE	<i>Eugenia foetida</i>	sak loob	
63	NOLINACEAE	<i>Beaucarnea plibilis</i>	despeinada	A
64	NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	tatsi	
65	NYCTAGINACEAE	<i>Pisonia aculeata</i>	cariñosa	
66	ORCHIDACEAE	<i>Oeceoclades maculata</i>	orquídea	
67	PICRAMNIACEAE	<i>Picramnia antidesma</i>	k'anchin k'iin che'	
68	PIPERACEAE	<i>Piper amalago</i>	queche	
69	PIPERACEAE	<i>Peperomia sp.</i>	/	
70	POACEAE	<i>Pharus latifolius</i>	/	
71	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	
72	POLYGONACEAE	<i>Ruprechtia pallida</i>	/	
73	POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	tzil tzil che/sisilche	
74	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba sp.</i>	narache	
75	POLYGONACEAE	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	sak its' a	
76	PRIMULACEAE	<i>Ardisia escallonioides</i>	madera pimienta	
77	RHAMNACEAE	<i>Krugiodendron ferreum</i>	chintoc	
78	RHAMNACEAE	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	lunche	
79	RUBIACEAE	<i>Exostema mexicanum</i>	palo de rosa	
80	RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	kantunitche	
81	RUBIACEAE	<i>Psychotria pubescens</i>	k'aanan	
82	RUBIACEAE	<i>Hamelia patens</i>	coralillo	
83	RUTACEAE	<i>Zanthoxylum fagara</i>	tank'as che'	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

84	RUTACEAE	<i>Amyris elemifera</i>	palo de gas/taste	
85	SALICACEAE	<i>Casearia nitida</i>	isinche	
86	SALICACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	tamay	
87	SALICACEAE	<i>Casearia emarginata</i>	naranja che'	
88	SAPINDACEAE	<i>Talisia olivaeformis</i>	guaya	
89	SAPINDACEAE	<i>Allophylus cominia</i>	k'an ubul che'	
90	SAPINDACEAE	<i>Thouinia paucidentata</i>	kanchunub	
91	SAPOTACEAE	<i>Pouteria glomerata</i>	choch	
92	SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	zapote	
93	SAPOTACEAE	<i>Pouteria reticulata</i>	zapotillo	
94	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i>	kaniste	
95	SIMAROUBACEAE	<i>Simarouba glauca</i>	pasa 'ak	
96	URTICACEAE	<i>Cecropia obtusifolia</i>	guarumbo	
97	VERBENACEAE	<i>Duranta repens</i>	k'ampok'olche'	
98	ZAMIACEAE	<i>Zamia polymorpha</i>	palmita	Pr
99	ZAMIACEAE	<i>Zamia loddigesii</i>	palmito	A

NOM-059-SEMARNAT 2010 (Pr= sujeta a protección especial, A= amenazada, P= en peligro de extinción, SE=Sin Estatus).

Cuadro 2. Listado de las especies leñosas registradas en el área de estudio y su correspondiente categoría de protección.

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTATUS EN LA NOM-059
1	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	chechem	
2	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulich che	A
3	APOCYNACEAE	<i>Thevetia gaumeri</i>	akits	
4	APOCYNACEAE	<i>Plumeria obtusa</i>	zaknikte/flor de angel	
5	ARECACEAE	<i>Desmoncus quasillarius</i>	bayal	
6	BIGNONIACEAE	<i>Tecoma stans</i>	xk'anlol	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

7	BIXACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chu'um
8	BORAGINACEAE	<i>Cordia gerascanthus</i>	bohom
9	BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	ciricote
10	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	chaca
11	CELASTRACEAE	<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	chooch kitam
12	CLUSIACEAE	<i>Clusia flava</i>	chuunup
13	EBENACEAE	<i>Diospyros cuneata</i>	ziliil
14	EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania adenophora</i>	palo de leche/ ut su pec
15	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	pomol che
16	FABACEAE	<i>Lonchocarpus longistylus</i>	balche
17	FABACEAE	<i>Caesalpinia violacea</i>	chakte'
18	FABACEAE	<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'/granadillo
19	FABACEAE	<i>Piscidia communis</i>	jabin
20	FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	kanasin
21	FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitamche
22	FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	sak ja'bin
23	FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	sak yab
24	FABACEAE	<i>Lysiloma bahamensis</i>	tzalam
25	FABACEAE	<i>Pithecellobium leucospermum</i>	ya' ax eek' /verde lucero
30	FABACEAE	<i>Swartzia cubensis</i> syn. <i>Lundelii</i>	katalox
31	FABACEAE	<i>Lonchocarpus xuul</i>	xu'ul
26	FABOIDEAE	<i>Diphysa carthagenensis</i>	tzuzuk
27	LAMIACEAE	<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'
28	LAMIACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	yaaxnik
29	LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	jochok
32	MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	sak paj
33	MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

34	MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	majahua/hool	
35	MALVACEAE	<i>Ceiba auecuelifolia</i>	piim/pochote	
36	MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	pixoy	
37	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	Pr
38	MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	alamo/kopo'	
39	MORACEAE	<i>Ficus carica</i>	higo	
40	MORACEAE	<i>Ficus crocata</i>	morash	
41	MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	ramón	
42	MORACEAE	<i>Chlorophora tinctoria</i>	tinta che	
43	MYRTACEAE	<i>Calyptanthes pallens</i>	chaknii	
44	MYRTACEAE	<i>Eugenia biflora</i>	pichi' che	
45	MYRTACEAE	<i>Eugenia foetida</i>	sak loob	
46	NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	tatsi	
47	PICRAMNIACEAE	<i>Picramnia antidesma</i>	k'anchin k'iin che'	
48	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	
49	POLYGONACEAE	<i>Ruprechtia pallida</i>	/	
50	POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	tzil tzil che/sisilche	
51	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba sp.</i>	narache	
52	PRIMULACEAE	<i>Ardisia escallonioides</i>	madera pimienta	
53	RHAMNACEAE	<i>Krugiodendron ferreum</i>	chintoc	
54	RHAMNACEAE	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	lunche	
55	RUBIACEAE	<i>Exostema mexicanum</i>	palo de rosa	
56	RUTACEAE	<i>Zanthoxylum fagara</i>	tank'as che'	
57	RUTACEAE	<i>Amyris elemifera</i>	palo de gas/taste	
58	SALICACEAE	<i>Casearia nitida</i>	isinche	
59	SALICACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	tamay	
60	SAPINDACEAE	<i>Talisia olivaeformis</i>	guaya	
61	SAPINDACEAE	<i>Allophylus cominia</i>	k'an ubul che'	
62	SAPINDACEAE	<i>Thouinia paucidentata</i>	kanchunub	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

63	SAPOTACEAE	<i>Pouteria glomerata</i>	choch
64	SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	zapote
65	SAPOTACEAE	<i>Pouteria reticulata</i>	zapotillo
66	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i>	kaniste
67	SIMAROUFACEAE	<i>Simarouba glauca</i>	pasa ´ak
68	URTICACEAE	<i>Cecropia obtusifolia</i>	guarumbo

NOM-059-SEMARNAT 2010 (Pr= sujeta a protección especial, A= amenazada, P= en peligro de extinción, SE=Sin Estatus).

Cuadro 3. Listado de las especies no maderables registradas en el área de estudio y su correspondiente categoría de protección.

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTATUS EN LA NOM-059
1	APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	uts'um peek'	
2	ARECACEAE	<i>Sabal yapa</i>	guano	
3	ARECACEAE	<i>Coccothrinax readii</i>	nakax	A
4	ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	chit	A
5	CELASTRACEAE	<i>Hippocratea volubilis</i>	bejuco	
6	ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum confusum</i>	tooso	
7	FABACEAE	<i>Acacia cornigera</i>	subin /subinche	
8	FABACEAE	<i>Pithecellobium keyense</i>	katsin ek'	
9	FABACEAE	<i>Bauhinia jenningsii</i>	tsiimim	
10	FABACEAE	<i>Havardia albicans</i>	chukum	
11	MYRTACEAE	<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo	
12	NYCTAGINACEAE	<i>Pisonia aculeata</i>	cariñosa	
13	PIPERACEAE	<i>Piper amalago</i>	queche	
14	POLYGONACEAE	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	sak its' a	
15	RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	kantunitche	
16	RUBIACEAE	<i>Psychotria pubescens</i>	k'aanan	
17	RUBIACEAE	<i>Hamelia patens</i>	coralillo	
18	SALICACEAE	<i>Casearia emarginata</i>	naranja che'	
19	VERBENACEAE	<i>Duranta repens</i>	k'ampok'olche'	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

NOM-059-SEMARNAT 2010 (Pr= sujeta a protección especial, A= amenazada, P= en peligro de extinción, SE=Sin Estatus).

Cuadro 4. Listado de las especies herbáceas registradas en el área de estudio y su correspondiente categoría de protección.

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTATUS EN LA NOM-059
1	ARACEAE	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	pool boox	
2	ARACEAE	<i>Philodendron jacquinii</i>	jolop	
3	ARECACEAE	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	
4	BROMELIACEAE	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	
5	CACTACEAE	<i>Selenicereus trigonus</i>	/	
6	EUPHORBIACEAE	<i>Croton lobatus</i>	mejen ya'ax k'ooch	
7	NOLINACEAE	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	despeinada	A
8	ORCHIDACEAE	<i>Oeceoclades maculata</i>	orquídea	
9	PIPERACEAE	<i>Peperomia sp.</i>	/	
10	POACEAE	<i>Pharus latifolius</i>	/	
11	ZAMIACEAE	<i>Zamia polymorpha</i>	palmita	Pr
12	ZAMIACEAE	<i>Zamia loddigesii</i>	palmito	A

NOM-059-SEMARNAT 2010 (Pr= sujeta a protección especial, A= amenazada, P= en peligro de extinción, SE=Sin Estatus).

Los parámetros estadísticos para este estudio fueron índice de valor de importancia, diversidad y dominancia.

Índice de valor de importancia

El Índice de Valor de Importancia (IVI) fue desarrollado por Curtis & McIntosh y es estimado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = DR + FR + DMR$$

Donde:

IVI= Índice de valor de importancia

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

DR Densidad relativa = densidad absoluta de cada especie/ densidad absoluta de todas las especies x 100

FR Frecuencia relativa = frecuencia de cada especie/frecuencia total de todas las especies x 100

DMR Dominancia relativa = dominancia de cada especie / dominancia de todas las especies x 100 (se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria del área basal de cada individuo (diámetro al cuadrado x 3.1416/4)).

Índice de diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de las unidades de muestreo. La fórmula es la siguiente:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener

P_i = proporción de la muestra que pertenecen a la especie i

Los valores de este índice van de 0 a 1, a mayor valor de H' mayor diversidad de especies.

Índice de dominancia

El índice de dominancia de Simpson (D) mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en las unidades de muestreo sean de la misma especie. Se obtiene a través de la siguiente formula:

$$D = \frac{\sum n}{N^2}$$

Donde:

N = total de individuos

n = número de individuos por especie

Resultados

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Estrato arbóreo

Cuadro 5. Índice de Shannon, de Simpson e Índice de Valor de Importancia por especie arbórea en el sitio de estudio.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTATUS EN LA NOM-059	ni	pi	H'	D
<i>Thevetia gaumeri</i>	akits		10	0.002	0.01	0.000006
<i>Ficus cotinifolia</i>	alamo/kopo'		51	0.012	0.05	0.000152
<i>Lonchocarpus longistylus</i>	balche		2	0.000	0.00	0.000000
<i>Desmoncus quasillarius</i>	bayal		70	0.017	0.07	0.000287
<i>Cordia gerascanthus</i>	bohom		166	0.040	0.13	0.001614
<i>Coccoloba spicata</i>	boob		136	0.033	0.11	0.001083
<i>Bursera simaruba</i>	chacá		383	0.093	0.22	0.008592
<i>Caesalpinia violacea</i>	chakte'		75	0.018	0.07	0.000329
<i>Calypttranthes pallens</i>	chaknii		12	0.003	0.02	0.000008
<i>Metopium brownei</i>	chechem		341	0.083	0.21	0.006811
<i>Krugiodendron ferreum</i>	chintoc		43	0.010	0.05	0.000108
<i>Nectandra coriacea</i>	chok-/jochok		3	0.001	0.01	0.000001
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chu'um		1	0.000	0.00	0.000000
<i>Havardia albicans</i>	chukum		98	0.024	0.09	0.000563
<i>Clusia flava</i>	chuunup		13	0.003	0.02	0.000010
<i>Pouteria glomerata</i>	choch		7	0.002	0.01	0.000003
<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	chooch kitam		6	0.001	0.01	0.000002
<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'/granadillo		85	0.021	0.08	0.000423
<i>Cecropia obtusifolia</i>	guarumbo		8	0.002	0.01	0.000004
<i>Talisia oliviformis</i>	guaya		8	0.002	0.01	0.000004
<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo		8	0.002	0.01	0.000004
<i>Ficus carica</i>	higo		2	0.000	0.00	0.000000
<i>Casearia nitida</i>	isinche		15	0.004	0.02	0.000013
<i>Piscidia communis</i>	jabin		196	0.047	0.14	0.002250

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<i>Allophylus cominia</i>	k'an ubul che'		1	0.000	0.00	0.000000
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	kanasin		152	0.037	0.12	0.001353
<i>Thouinia paucidentata</i>	kanchunub		82	0.020	0.08	0.000394
<i>Pouteria campechiana</i>	kaniste		6	0.001	0.01	0.000002
<i>Tecoma stans</i>	xk'anlol		21	0.005	0.03	0.000026
<i>Picramnia antidesma</i>	k'anchin k'iin che'		3	0.001	0.01	0.000001
<i>Swartzia cubensis syn. Lundelii</i>	katalox		118	0.029	0.10	0.000816
<i>Astronium graveolens</i>	k'ulich che	A	15	0.004	0.02	0.000013
<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	Pr	2	0.000	0.00	0.000000
<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'		6	0.001	0.01	0.000002
<i>Ardisia escallonioides</i>	madera pimienta		13	0.003	0.02	0.000010
<i>Hampea trilobata</i>	majahua/hool		34	0.008	0.04	0.000068
<i>Ficus crocata</i>	morash		7	0.002	0.01	0.000003
<i>Coccoloba sp.</i>	narache		17	0.004	0.02	0.000017
<i>Sebastiania adenophora</i>	palo de leche/ ut su pec		1	0.000	0.00	0.000000
<i>Exostema mexicanum</i>	palo de rosa		11	0.003	0.02	0.000007
<i>Simarouba glauca</i>	pasa 'ak		4	0.001	0.01	0.000001
<i>Eugenia biflora</i>	pichi' che		26	0.006	0.03	0.000040
<i>Ceiba auecuelifolia</i>	piim/pochote		24	0.006	0.03	0.000034
<i>Guazuma ulmifolia</i>	pixoy		41	0.010	0.05	0.000098
<i>Jatropha gaumeri</i>	pomol che		78	0.019	0.07	0.000356
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitamche		85	0.021	0.08	0.000423
<i>Brosimum alicastrum</i>	ramon		36	0.009	0.04	0.000076
<i>Ruprechtia pallida</i>	/		3	0.001	0.01	0.000001
<i>Acacia cornigera</i>	subin		18	0.004	0.02	0.000019
<i>Piscidia piscipula</i>	sak ja'bin		6	0.001	0.01	0.000002
<i>Eugenia foetida</i>	sak loob		187	0.045	0.14	0.002048
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	sak paj		31	0.008	0.04	0.000056

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<i>Gliricidia sepium</i>	sak yab		13	0.003	0.02	0.000010
<i>Lysiloma bahamensis</i>	tzalam		216	0.052	0.15	0.002733
<i>Thrinax radiata</i>	chit	A	1	0.000	0.00	0.000000
<i>Diospyros cuneata</i>	ziilil		289	0.070	0.19	0.004892
<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'		86	0.021	0.08	0.000433
<i>Cordia dodecandra</i>	ciricote		2	0.000	0.00	0.000000
<i>Gymnopodium floribundum</i>	tzil	tzil	168	0.041	0.13	0.001653
<i>Zuelania guidonia</i>	che/sisilche					
	tamay		1	0.000	0.00	0.000000
<i>Zanthoxylum fagara</i>	tank'as che'		30	0.007	0.04	0.000053
<i>Amyris elemifera</i>	palo de gas/taste		25	0.006	0.03	0.000037
<i>Neea psychotrioides</i>	tatsi		71	0.017	0.07	0.000295
<i>Chlorophora tinctoria</i>	tinta che		18	0.004	0.02	0.000019
<i>Diphysa carthagenensis</i>	tzuzuk		68	0.016	0.07	0.000271
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	lunche		1	0.000	0.00	0.000000
<i>Pithecellobium leucospermum</i>	ya' ax eek' /verde		6	0.001	0.01	0.000002
<i>Lonchocarpus xuul</i>	lucero					
	xu'ul		7	0.002	0.01	0.000003
<i>Vitex gaumeri</i>	yaaxnik		26	0.006	0.03	0.000040
<i>Plumeria obtusa</i>	zaknikte/flor de angel		6	0.001	0.01	0.000002
<i>Manilkara zapota</i>	zapote		290	0.070	0.19	0.004926
<i>Pouteria reticulata</i>	zapotillo		41	0.010	0.05	0.000098
TOTAL			4132	1.000	3.48	0.043599

NOM-059-SEMARNAT 2010 (Pr= sujeta a protección especial, A= amenazada, P= en peligro de extinción, SE=Sin Estatus).

Estrato arbóreo

La riqueza específica para este estrato fue de 72 especies, con una abundancia de 4,132 individuos, obteniendo un índice de diversidad con valor de 3.479 y de dominancia de 0.0436.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Las especies del estrato arbóreo reportadas en la NOM-059 son *Cedrela odorata* en la categoría de protección especial (Pr) y *Astronium graveolens* y *Thrinax radiata* en la categoría de amenazadas (A).

Otro factor que indica el grado de conservación de una comunidad es diámetro a la altura del pecho (DAP), del estrato arbóreo. En los sitios con vegetación conservada el DAP promedio obtenido, fue de 17.5 cm. Sin embargo, se encontraron ejemplares de 40 a 60 cm de DAPs, lo cual muestra que existen ejemplares adultos. Se encontró que la especie con mayor cantidad de ejemplares de DAP superiores a 40 es el zapote (*Manilkara zapota*), ya que tradicionalmente el zapote es una de las especies que comúnmente se conserva en los predios debido a los usos potenciales (comestible, extracción de chicle) de esta especie. Por lo que debemos considerar también la presencia de otras especies con tallas diamétricas altas, para corroborar el estado de conservación de la vegetación, con DAP mayores a 40 cm se identificó a *Guettarda combsii* *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula* y *Platymiscium yucatanum*. En los sitios con vegetación perturbada el DAP promedio fue menor a 10 cm, los diámetros máximos registrados son de 22 a 27 cm, encontrando solo un individuo de 40 cm y otro de 44 cm. Las especies con los mayores DAP fueron *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri*, *Manilkara zapota*.

La altura de los componentes arbóreos también puede indicar su estado de conservación, En los sitios con SMSC conservada el promedio de altura fue de 10.2 m, sin embargo la altura máxima del dosel es de 15 a 22 m, las especies comúnmente encontradas en el dosel son *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Platymiscium yucatanum*, *Plumeria obtusa*, *Talisia Olivaeformis* y *Vitex gaumeri*. En los sitios con vegetación perturbada la altura promedio fue de 7.3, y la altura máxima del dosel es 12 a 15 m, las especies con mayor altura son: *Coccoloba spicata*, *Bursera simaruba*, *Krugiodendron ferreum*, *Metopium brownei* y *Thouinia paucidentata*.

IV.2.2.2. Descripción de la Fauna del SAR

La fauna de vertebrados tetrápodos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la República Mexicana está compuesta por más de 2,500 especies. La Península de Yucatán cuenta con él 29% de estas especies y el estado de Quintana Roo contiene el 36% de la fauna conocida para el país (704 especies). Para el monitoreo de Fauna silvestre fue necesario un análisis previo de las especies cuya distribución se encuentra dentro **del Sistema Ambiental Regional (SAR)**, para ello se consultaron diferentes fuentes especializadas de información,



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

como son: listados faunísticos, artículos científicos, libros o trabajos de tesis pertenecientes al estado de Quintana Roo.

Posteriormente, para obtener un listado de las especies de vertebrados terrestres que se distribuyen dentro de las diferentes secciones del proyecto del libramiento de **Tulum, Quintana Roo**, se realizó el monitoreo en campo durante los días que comprenden del 28 de octubre al 03 de noviembre del 2019. Durante estos días de trabajo en campo se realizaron transectos a lo largo de todo el libramiento y en el SAR, elegidos al azar, para poder realizar calcular los índices de diversidad. En estos recorridos se observó, recolectó e identificó a los ejemplares de los diferentes grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Monitoreo Herpetofaunístico: Para el registro de especies de herpetofauna, se realizaron recorridos a pie en el área de estudio, abarcando horarios diurnos y crepusculares. La recolecta de los ejemplares se realizó de manera directa o con ayuda de material especializado para la contención y manejo de estos, por ejemplo: Cañas de pescar con un nudo corredizo en un extremo para lazar lagartijas o ganchos herpetológicos para el manejo de serpientes venenosas (**Figura 1**). La búsqueda de estos ejemplares se llevó a cabo en sitios potenciales revisando cavidades como grietas, debajo de troncos o rocas, entre los arbustos, removiendo hojarasca y revisando visualmente la copa de los árboles (**Figura 1**). Registrando también, todas las especies identificables sin captura. Después de su registro, los ejemplares fueron liberados en el sitio de recolecta, también fueron contabilizados todos los individuos visualizados durante los recorridos en todas las secciones del proyecto.

Monitoreo Avifaunístico: El registro de aves se llevó a cabo mediante captura visual con ayuda de binoculares Eagle Optics, Denali 8 x 42 y la determinación de las especies fue realizada usando guías de campo para la identificación de aves (Pettersson y Chaliff, 1989, Howell y Webb, 1995). Para caracterizar la avifauna presente se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron 8 sitios de conteo, distribuidos a lo largo de toda el área del proyecto, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante ese tiempo se observó y se registró el número de individuos por especies que se percharon o que pasaron volando a los alrededores, estas observaciones se realizaron en un horario entre las 07:00 y 19:00 hrs (**Figura 1**). El reconocimiento del canto de aves también fue utilizado para el registro de las especies.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Figura 2: Monitoreo de Anfibios, Reptiles y Aves en el área del proyecto.

Monitoreo Mastofaunístico: Para el monitoreo de mamíferos medianos y pequeños se implementaron dos métodos, el primero de ellos se realizó de manera directa instalando 6 trampas tipo Sherman de 8 x 9 x 23 cm., para la captura de mamíferos pequeños. Cada trampa se colocó con una distancia aproximada entre 5 y 10 m. entre cada una de ellas y fueron cebadas con hojuelas de avena bañadas con vainilla. A la par, se colocaron 4 trampas tipo Tomahawk de 25 x 25 x 65 cm., para la captura de mamíferos de talla media, estas trampas fueron cebadas con sardina o atún. Ambos tipos de trampas fueron instaladas y activadas antes del crepúsculo y revisadas al amanecer del día siguiente. Los sitios para la instalación de las trampas Sherman y Tomahawk fueron elegidos a partir de la identificación de los pasos naturales de Fauna. Los organismos capturados fueron identificados y liberados en el sitio de recolecta (**Figura 2**).

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El segundo método implementado, se realizó de manera indirecta, es decir, en los recorridos hechos a lo largo del área del proyecto, se obtuvieron registros mediante huellas, excretas, rastros, pelo, madrigueras, echaderos y sonidos distintivos de algunas especies. Estos dos métodos empleados se realizaron con el objetivo de generar información que permita determinar las distintas especies de mamíferos presentes en el área del proyecto (Figura 2).



Figura 3 Monitoreo de Mamíferos en el área del proyecto. Colocación de trampas Sherman y Tomahawk.

Estatus de Protección y Riesgo de las Especies.

Para identificar el estatus de protección y riesgo de las especies registradas se tomó como base la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Índices de Diversidad.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Con el propósito de conocer que tan homogénea o heterogénea fue el área de estudio, se calcularon los siguientes índices de diversidad (Magurran 1988; Krebs 1989):

Shannon-Wiener (H) Es un índice de diversidad de la teoría matemática de la comunicación o teoría de la información, los cuales se basan en el paralelismo de que la diversidad de una comunidad se puede medir de manera similar a la información contenida en un código o mensaje. Este índice supone que los individuos son muestreados al azar de una comunidad inmensamente grande o “infinita” y que todas las especies están representadas en la muestra.

Se calcula usando la fórmula siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

Dónde:

S = número de especies

Pi = proporción de individuos de la especie i

El índice de Shannon-Wiener, normalmente toma valores entre 1 y 4.5, a mayor valor del índice indica una mayor diversidad del ecosistema.

Índice de Simpson (D) este es un índice de dominancia “lambda” (λ), ya que está influenciado por las abundancias de las especies más comunes. Expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una comunidad sean de la misma especie. Si la dominancia es grande esa probabilidad será baja, y máxima si las abundancias relativas de las especies son iguales. El mayor valor de λ es 1, de ahí que, al complemento a 1 (Ds) o al recíproco de λ (ds) se les considere como índices de diversidad.

Este índice se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

Pi= Abundancia proporcional de la especie i, es decir el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra (n/N).

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Riqueza de especies, estatus de protección e índices de biodiversidad.

Las especies y sus variables de abundancia, biodiversidad y dominancia ecológica correspondientes a la fauna en el **Sistema Ambiental Regional**, se muestra en las siguientes tablas por clase.

Aves:

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nom-059	IUCN	End.	Ni	Pi	H'	D
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon caligatus</i>	trogón violáceo		LC		2	0.006	0.0315	0.000038
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucán		LC		9	0.028	0.0998	0.000776
Passeriformes	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	pajaro gato		LC		5	0.015	0.0645	0.000240
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común		LC		7	0.022	0.0830	0.000470
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortola turca		LC		18	0.056	0.1609	0.003106
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura		LC		34	0.105	0.2370	0.011080
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje		LC		2	0.006	0.0315	0.000038
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr			26	0.080	0.2028	0.006480
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Pr	LC		19	0.059	0.1667	0.003460
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca		LC		14	0.043	0.1360	0.001879

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	LC		27	0.084	0.2075	0.006988
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado			2	0.006	0.0315	0.000038
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Piranga Hormiguer a Garganta Roja	LC		3	0.009	0.0435	0.000086
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Tortola aliblanca	LC		15	0.046	0.1426	0.002157
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Pavita o viejito	LC		1	0.003	0.0179	0.000010
Accipitriformes		<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán	LC		1	0.003	0.0179	0.000010
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Canela	LC		4	0.012	0.0544	0.000153
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma colorada	LC		1	0.003	0.0179	0.000010
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	LC		10	0.031	0.1076	0.000959
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapate ro pijuy	LC		12	0.037	0.1223	0.001380
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cucillo Canelo	LC		1	0.003	0.0179	0.000010
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	LC		4	0.012	0.0544	0.000153
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	LC		14	0.043	0.1360	0.001879
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	LC		6	0.019	0.0740	0.000345
Passeriformes	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara Pea	LC		9	0.028	0.0998	0.000776
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	LC	Mx	3	0.009	0.0435	0.000086
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	LC		2	0.006	0.0315	0.000038
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	LC		9	0.028	0.0998	0.000776
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatron cos bigotudo	LC		9	0.028	0.0998	0.000776

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabeza Negra	LC	2	0.006	0.0315	0.000038
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón Degollado	LC	4	0.012	0.0544	0.000153
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	LC	2	0.006	0.0315	0.000038
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Calandria Castaña	LC	3	0.009	0.0435	0.000086
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	LC	5	0.015	0.0645	0.000240
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	LC	12	0.037	0.1223	0.001380
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Papamoscas del Este	LC	3	0.009	0.0435	0.000086
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano dorso negro	LC	8	0.025	0.0916	0.000613
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta amarilla	LC	2	0.006	0.0315	0.000038
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Piriri	LC	6	0.019	0.0740	0.000345
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	LC	2	0.006	0.0315	0.000038
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	Papamoscas Tropical		1	0.003	0.0179	0.000010
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojos Rojos	LC	4	0.012	0.0544	0.000153
Total					1.000	3.3252	0.05	

Tabla 1: Aves registradas en la microcuenca. NOM-059 (Pr= sujeta a protección especial, A= amenazada, P= en peligro de extinción, SE=Sin Estatus); IUCN (DD= Datos insuficientes, LC= Preocupación menor, NT= Casi amenazado, VU= Vulnerable, EN= En Peligro, CR= En Peligro Crítico, EW= extinta en estado silvestre, EX= Extinta; Endemismo); Endemismo (Mx= Endémica a México, PY= Endémica a la Península de Yucatán); Ni= número de individuos; Pi= abundancia relativa; H= Índice de Shannon-Wiener; D= Índice de Simpson.

Anfibios:

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nom-059	IUCN	End.	Ni	Pi	H'	D
Anura	Bufoidea	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero		LC		5	0.455	0.358	0.206612

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	LC	1	0.091	0.22	0.008264
Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla picta</i>	Ranita grillo	LC	1	0.091	0.22	0.008264
Anura	Bufoidea	<i>Rhinella horribilis</i>		LC	2	0.182	0.31	0.033058
Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>		LC	1	0.091	0.22	0.008264
Anura	Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	LC	1	0.091	0.22	0.008264
TOTAL					11	1.000	1.540	0.272727

Reptiles

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nom-059	IUCN	End.	Ni	Pi	H'	D
Squamata	Corytophanidae	<i>Laemanctus serratus</i>	Toloque verde		LC		2	0.1389	0.2742	0.0193
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo pardo del Caribe		LC		6	0.0556	0.1606	0.0031
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis lemurinus</i>	Anolis fantasma		LC		8	0.0278	0.0995	0.0008
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste		LC		9	0.2222	0.3342	0.0494
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática		LC		1	0.0556	0.1606	0.0031
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	iguana negra de cola espinosa	A	LC		11	0.0556	0.1606	0.0031
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos		LC		6	0.2222	0.3342	0.0494
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco		LC		4	0.0278	0.0995	0.0008
Squamata	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris		LC		2	0.1111	0.2441	0.0123

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquilla mexicana				1	0.0278	0.0995	0.0008
Squamata	Dipsadidae	<i>Leptodeira frenata</i>	Culebra ojo de gato	LC			1	0.0278	0.0995	0.0008
Squamata	Viperidae	<i>Porthidium yucatanicum</i>	Nauyaca nariz de cerdo yucateca	Pr	LC	Mx.	1	0.0278	0.0995	0.0008
TOTAL							36	1	2.1662	0.1435

Tabla 2: Anfibios y Reptiles registrados en la microcuenca. NOM-059 (Pr= sujeta a protección especial, A= amenazada, P= en peligro de extinción, SE=Sin Estatus); IUCN (DD= Datos insuficientes, LC= Preocupación menor, NT= Casi amenazado, VU= Vulnerable, EN= En Peligro, CR= En Peligro Crítico, EW= extinta en estado silvestre, EX= Extinta; Endemismo); Endemismo (Mx= Endémica a México, PY= Endémica a la Península de Yucatán); Ni= número de individuos; Pi= abundancia relativa; H= Índice de Shannon-Wiener; D= Índice de Simpson.

Mamíferos:

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	End	Ni	Pi	H'	D
Primates	Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	P	EN		12	0.387	0.367	0.149844
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata yucatanica</i>	Sereque		LC		3	0.097	0.226	0.009365
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache Sureño		LC		2	0.065	0.177	0.004162
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí				5	0.161	0.294	0.026015
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache		LC		2	0.065	0.177	0.004162
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla tropical				3	0.097	0.226	0.009365
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	venado de cola blanca		LC		2	0.065	0.177	0.004162
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris		LC		1	0.032	0.111	0.001041
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo espalda blanca	Pr	LC		1	0.032	0.111	0.001041
Total							31	1.000	1.866	0.209157

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 3: Mamíferos registrados en la microcuenca. NOM-059 (Pr= sujeta a protección especial, A= amenazada, P= en peligro de extinción, SE=Sin Estatus); IUCN (DD= Datos insuficientes, LC= Preocupación menor, NT= Casi amenazado, VU= Vulnerable, EN= En Peligro, CR= En Peligro Crítico, EW= extinta en estado silvestre, EX= Extinta; Endemismo); Endemismo (Mx= Endémica a México, PY= Endémica a la Península de Yucatán); Ni= número de individuos; Pi= abundancia relativa; H= Índice de Shannon-Wiener; D= Índice de Simpson.

Escenario de la composición faunística

Se obtuvo un total de 70 especies registradas en el área del proyecto. Las cuales se encuentran representadas en 4 grupos, 16 órdenes, 40 familias y 70 especies.

Aves

El grupo más representativo en el área fueron las aves con 42 especies, siendo el zopilote común (*Cathartes aura*) quien presenta la mayor abundancia en comparación a todas las demás especies (34 ejemplares registrados). *Eupsittula nana* junto con *Micrastur semitorquatus* y *Amazona albifrons* se encuentran dentro de la Nom-059 en la categoría Pr. Por otro lado, *Sporophila torqueola* fue la única especie que se registró, endémica para el país (Tabla 2). Respecto al índice de diversidad de Shannon-Wiener el resultado fue de **3.3252**, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad es regular, acercándose a baja. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de **0.05**, el cual indica una buena distribución de frecuencia de aparición de especies.

Anfibios y Reptiles

En cuanto a los Anfibios y Reptiles, solo se registraron en el área de estudio un total de 19 especies, 6 de anfibios y 13 de reptiles (Tabla 3). De estas, solo 4 se encuentran dentro de la Nom-059. *Ctenosaura similis* y *Rhinoclemmys areolata* se encuentran en la A, mientras que *Micrurus diastema* y *Porthidium yucatanicum* se encuentra dentro de la categoría de Pr. Por otro lado, de las especies que se registraron en el área del proyecto solo la serpiente *P. yucatanicum* se considera endémica, ya que solo se distribuye en la Península de Yucatán. La mayoría de las especies se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC) según la IUCN, con excepción de *Rhinoclemmys areolata* ya que esta especie se encuentra en la categoría de NT. El índice de Shannon-Wiener para el grupo de anfibios y reptiles fue de 1.540 y 2.27 respectivamente, señalando una baja biodiversidad en el área. Por otro lado, el índice de Simpson indico una buena distribución de frecuencia de aparición de especies de reptiles (0.121811). Sin embargo, para el grupo de anfibios mostro una mala distribución de frecuencia (0.27).

A pesar de que en este estudio no se encontró ninguna Serpiente de Cascabel (*Crotalus tzabcan*), las personas de la zona mencionan la presencia de éstas, dentro y fuera del área del proyecto. Sin embargo,



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

no tomamos como registro la presencia de esta serpiente, solo lo mencionamos como comunicación personal ya que esta especie es endémica a la Península de Yucatán.

Mamíferos

En cuanto al grupo de los mamíferos, el número de especies registradas en el área del proyecto fue de 9 especies, de las cuales, *Ateles geoffroyi* se encuentra en la categoría de peligro de extinción y *Conepatus semistriatus* se encuentra dentro de la categoría de Pr según la Nom-059 (Tabla 4). El resultado del índice de Shannon-Wiener para este grupo fue de 1.866, el cual es considerado como una biodiversidad baja. En cuanto al índice de Simpson, los resultados indican una distribución de frecuencia moderada (0.209).

Por otro lado, es importante mencionar que las personas de la comunidad ubican, en las zonas circundantes especies prioritarias para la conservación, algunas de ellas dentro de la Nom-059 en la categoría de Peligro de Extinción (P), entre las especies que reconocen las personas se encuentra el jaguar (*Panthera onca*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y el Tapir (*Tapirus bairdii*). Sin embargo, no se encontraron rastros de ninguna de estas especies dentro del área del proyecto.

IV.2.4. Medio Social

Quintana Roo es uno de los treinta y un estados que, junto con la Ciudad de México, forman los Estados Unidos Mexicanos. Su capital es Chetumal y su ciudad más poblada, Cancún. Está ubicado en la península de Yucatán, región sureste del país, limitando al norte con Yucatán y el golfo de México (océano Atlántico), al este con el mar Caribe (océano Atlántico), al sur con Belice y al oeste con Campeche.¹¹ Con 1 501 562 hab. en 2015 es el séptimo estado menos poblado —por delante de Aguascalientes, Tlaxcala, Nayarit, Campeche, Baja California Sur y Colima, el menos poblado— y con 31,29 hab/km², el octavo menos densamente poblado, por delante de Coahuila, Zacatecas, Sonora, Campeche, Chihuahua, Durango y Baja California Sur, el menos densamente poblado. Es junto con Baja California Sur el estado más joven del país, ambos promovidos de Territorio Federal a Estado Libre y Soberano, el 8 de octubre de 1974. Sus localidades más pobladas son Cancún, Chetumal, Playa del Carmen, San Miguel de Cozumel.

El Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto en comento, se asienta principalmente en el municipio de Tulum se ubica en la zona centro - Norte del estado de Quintana Roo (Figura IV.113), Tulum, como municipio se erigió en marzo de 2008, antes formaba parte del territorio de Solidaridad. Están situados en el extremo Sur de la llamada



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Riviera Maya, que es uno de los principales destinos turísticos nacionales e internacionales, con más de dos millones de visitantes al año.

Para el libramiento Tulum, se realizó una caracterización del medio social a escala municipal, ya que la mayor parte de los indicadores de información socioeconómica se presentan a ese nivel.

El municipio de Tulum tiene una población de 72,896 habitantes de acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 2019 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Es junto con Benito Juárez y Solidaridad, de los municipios de mayor crecimiento demográfico en el país, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica. En relación a esto, Tulum, ofrece al turismo nacional e internacional y como actividad principal, hostelería ecológica, que guarda intacta, las tradiciones del pasado maya en su arquitectura y que se fusionan con la modernidad del presente en cuanto a servicios. Además, posee las mejores playas del estado y a nivel internacional, con sus blancas arenas y paradisíacas lugares del Caribe Mexicano. Tanto en la zona hotelera de playas así como en el centro de la ciudad, el turista puede disfrutar de excelentes restaurantes que ofrecen comida regional e internacional de excelente calidad. En el municipio, la hospitalidad hacia el turismo es la vocación de toda su gente. La ciudad de Tulum, es hoy la ciudad a nivel nacional de mayor crecimiento poblacional y en referencia a esto, su cabecera municipal, la ciudad de Tulum pasó de 6.733 habitantes en 2000 a 14.790 en 2005. El crecimiento poblacional fue la principal razón de la creación del municipio separándolo de Solidaridad.

En el territorio del municipio quedarían otras localidades, la población de las principales es la siguiente:

Localidad	Población
Total Municipio	28.263
Tulum	18.233
Ciudad Chemuyil	1.377
Akumal	1.310
Cobá	1.278
Chanchen Primero	875

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Francisco Uh May	655
San Juan	599
Macario Gómez	510
Punta Allen	469

Las autoridades municipales consideran una población flotante de entre 500 y 1500 personas que visitan semanalmente la zona para desarrollar actividades principalmente de ecoturismo, en el SAR se tienen cuantificados alrededor de 130 cenotes que son visitados en mayor o menor medida por turismo nacional e internacional.

Localidad	Población total
El Gran Cenote	1
El Pedregal	1
Cayetano Nieto Colín	2
El Manatí	1
San Agustín	3
Santa Cruz	6
Tres Hermanos	3
Águila Azteca	2
Roberto Canché	5
Artesanías Calavera	4
Artesanías El Mexicano	2
Sol Maya	3
Total	33

Migración

De acuerdo a la planeación y proyecciones que se consideran dentro del Plan de Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030 se proyecta que la zona urbana que ocupara un total de 4,565.96 Ha del total municipal que es de 13,655.35 Ha, en donde el uso habitacional ira de 2 viviendas por hectárea hasta 60 que generarán un total de 45,313 viviendas con capacidad para 181,250 habitantes.

Considerando que para 1990 el centro de población Tulum contaba con 1,620 habitantes y para 2003 alcanzó los 12,087 hab, esto representa una tasa de crecimiento de más del 26%, lo que significa una de las tasas más altas a nivel nacional, solo después de Playa del Carmen.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Para el caso de Solidaridad, se tiene que actualmente la mayor parte de su población es inmigrante, principalmente de estados del sureste de México, pero también se calcula, según datos del Instituto Nacional de Migración de México, que el 12 por ciento de la población es de origen extranjero.

Este crecimiento se debe primordialmente a la migración de personas atraídas por las fuentes de empleo y oportunidades de inversión que genera el sector turismo en la zona.

GRUPOS INDÍGENAS

La riqueza cultural de la entidad se debe en gran medida a los pueblos originarios, quienes han preservado las costumbres y tradiciones que hoy dotan de identidad al estado. Entender su cosmovisión permite acceder a un nuevo conocimiento que forma parte de la historia quintanarroense. Sin embargo, la pobreza, marginación y exclusión que los segrega es la realidad social en la que viven miles de personas indígenas.

Las políticas dirigidas a los grupos indígenas implementadas hasta ahora, se centran en el reconocimiento de su cultura a través de esquemas que incentiven el turismo en la entidad. No obstante, las necesidades de quienes residen en los pueblos originarios no han sido atendidas de manera eficiente y en muchos de los casos los programas orientados a promover su desarrollo transgreden sus usos y costumbres.

Según los resultados de la Encuesta Intercensal 2015, Quintana Roo es el cuarto estado con el mayor número de personas que se autorreconocen como indígenas, sólo por debajo de Oaxaca, Yucatán y Campeche, ya que 40% de la población total en la entidad, se reconoce como tal.

A la vez, el estado ocupa el cuarto lugar en relación al porcentaje de población que habla alguna lengua indígena. Por tanto, Quintana Roo posee una gran diversidad lingüística, pero el maya es la lengua predominante, hablada por casi 178 mil personas, seguida del Tzotzil, el Chol y el Kanjobal.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Lenguas habladas en Quintana Roo

Lengua	Número de personas que la hablan
Maya	177 mil 979
Tzotzil	3 mil 392
Chol	3 mil 059
Kanjobal	2 mil 516

Fuente: INEGI, 2015.

Cabe destacar que la población hablante de una lengua indígena ha crecido de manera notable entre los años 2000 a 2010, pasando de 173 mil 582 a 198 mil 835 personas, respectivamente. De igual forma, un gran porcentaje de la población indígena, principalmente aquellas en un rango de edad de 10 a 40 años, ha adoptado el español como segunda lengua.

En las estadísticas nacionales, la entidad vuelve a ocupar el cuarto lugar en el listado del Indicador Derechos Indígenas 2015, con 6 mil 210 puntos. Quintana Roo se encuentra dentro del grupo de estados con políticas de desarrollo medio orientadas a este grupo específico de la población. El resultado del indicador contrasta con el número de indígenas en la entidad, por lo que es necesario reconducir las políticas encaminadas a la atención de este grupo social.

Por otra parte, del total de 404 mil 292 personas reconocidas como indígenas por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, en el año 2010 sólo 60% de la población indígena era derechohabiente de algún servicio de salud, y del total de este sector poblacional de 15 y más años únicamente 62% sabía leer y escribir.

Los datos muestran la desventaja existente en el acceso a la educación y la salud de las personas indígenas. Su exclusión de estos derechos debido a las inadecuadas políticas las coloca en situaciones de vulnerabilidad, ya que la educación y la salud son condiciones indispensables para garantizar el bienestar general y el ejercicio de otros derechos. A lo anterior se añade los bajos salarios, el desempleo, la desnutrición, la discriminación y la exclusión, elementos que ponen en desventaja a las personas indígenas en comparación con el resto de la población.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

En cuanto a las condiciones de las viviendas en comunidades indígenas, aproximadamente 11% no cuenta con agua entubada, 14% no tiene acceso a drenaje y 8% aun no accede a los servicios de electricidad.

Este panorama adverso ha obligado a las personas indígenas a trasladarse a zonas urbanas, en búsqueda de mejores condiciones de vida. El Diagnóstico de la Lengua y Cultura Maya en Quintana Roo, elaborado por el gobierno del estado, identifica que estos desplazamientos son posibles por es la existencia de una red social, la cual explica que la migración a estas zonas tiene como objetivo la reintegración familiar.

Garantizar el ejercicio real de los derechos humanos de las comunidades indígenas, así como la cobertura de los servicios básicos en las viviendas, el acceso a la justicia, la educación y la salud, siguen siendo retos que debe afrontar la entidad. También se señala que el mayor porcentaje de población indígena se concentra en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y Lázaro Cárdena, por lo tanto, estos son municipios en los que se deberá priorizar las acciones gubernamentales a fin de reducir las desigualdades existentes.

Tulum tiene una población que habla alguna lengua indígena de 4,310 habitantes de 5 años y más, lo que representa el 14 % del total de población municipal. De esta población indígena el 98.1 %, pertenece a la etnia maya, los cuales en su gran mayoría hablan español y maya (81.8 %) y el resto no habla español. El maya peninsular es uno de los grupos más emblemáticos del México moderno, dada su importante carga histórica y el uso cotidiano de la lengua indígena, que la convierten en la segunda más hablada en el país, sólo después del náhuatl.

Vivienda

En Tulum la mayor parte de las viviendas cuentan con electricidad y agua entubada, pero carecen de drenaje, lo que es sustituido por fosas sépticas. La mayoría de las viviendas del área urbana son unifamiliares con paredes de piedra y techo de losa o de cartón; en las áreas rurales las viviendas son de paredes de materiales perecederos como madera o bajareque con techo de palma de huano.

Viviendas particulares habitadas y sus ocupantes por municipio Al 15 de marzo de 2015

Municipio	Viviendas particulares habitadas a/	Ocupantes b/
Estado	441 200	1 500 218
Bacalar	10 149	39 058
Benito Juárez	222 072	743 389
Cozumel	24 147	86 411
Felipe Carrillo Puerto	19 525	81 685
Isla Mujeres	5 902	19 476



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Educación

La cobertura educativa es definida como el porcentaje de alumnos atendidos por el sistema educativo en relación a la población que representa la edad en cursar el nivel de formación correspondiente. Los municipios en el SAR operan 33 escuelas de nivel preescolar que atienden a 117 grupos; 42 primarias que cuentan con 301 grupos y 15 secundarias con 74 grupos escolares; 6 centros de capacitación para el trabajo con 65 grupos y 3 instituciones de nivel medio que atienden a 25 grupos.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla IV.81. Indicadores educativos municipales

	Población Total	Alfabetas	Analfabetas	No especifica condición
Población de 15 años y más	41,287	37,909	3,311	67

¹⁸ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2006), Informe sobre Desarrollo Humano México 2006–2007, Migración y Desarrollo Humano, México, p.23. Este índice provee una medida compuesta de tres dimensiones de desarrollo humano: vivir una vida larga y saludable (medida de esperanza de vida); tener educación (medida por la tasa de alfabetización de adultos y de matriculación en la enseñanza primaria, secundaria y terciaria), y gozar de un nivel de vida digno (medido por el ingreso según la paridad del poder adquisitivo).

Salud

Uno de los puntos fundamentales para conocer la situación que guarda la población en el sector salud, es el tema de la Derechohabencia a servicios de salud, que de acuerdo con el INEGI puede definirse como el derecho de las personas a recibir atención médica en instituciones de salud públicas y/o privadas, como resultado de una prestación laboral al trabajador, a los miembros de las fuerzas armadas, a los familiares designados como beneficiarios o por haber adquirido un seguro facultativo (voluntario) en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Los municipios en el SAR cuentan sólo con atención de primer nivel proporcionada por SESA y el IMSS. En Solidaridad 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 deben ser trasladados a la ciudad de Cancún.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Población total por municipio y su distribución porcentual según condición de afiliación a servicios de salud Al 15 de marzo de 2015

Cuadro 5.1

Municipio	Total	Condición de afiliación a/ (Porcentaje)								No afiliada	No especificado
		Afiliada b/									
		Total	IMSS	ISSSTE e ISSSTE estatal	PEMEX, Defensa o Marina	Seguro Popular o para una Nueva Generación c/	Institución privada	Otra institución d/			
Estado	1 501 562	80.83	49.78	8.10	0.76	40.71	3.14	0.81	18.81	0.36	
Bacalar	39 111	91.70	3.52	7.79	0.35	90.59	0.13	0.07	8.11	0.19	
Benito Juárez	743 626	77.40	67.66	4.72	0.20	24.04	4.61	1.09	22.21	0.39	
Cozumel	86 415	84.15	51.27	11.03	2.06	31.72	4.23	1.06	15.55	0.30	
Felipe Carrillo Puerto	81 742	90.93	7.82	8.22	0.09	86.91	0.22	0.06	9.02	0.05	
Isla Mujeres	19 495	84.44	27.17	7.73	2.84	66.35	2.17	0.40	15.21	0.34	
José María Morelos	37 502	91.14	2.04	7.83	0.05	91.15	0.08	0.05	8.75	0.11	
Lázaro Cárdenas	27 243	85.26	3.40	6.51	0.00	90.57	0.35	0.01	14.61	0.13	
Othón P. Blanco	224 080	87.18	29.23	22.21	2.95	49.88	1.33	0.46	12.55	0.27	
Solidaridad	209 634	76.33	62.98	3.05	0.05	34.90	2.77	1.07	23.06	0.61	
Tulum	32 714	79.37	25.14	1.95	0.07	73.93	2.73	0.23	20.04	0.60	

Nota: La *Encuesta Intercensal 2015* fue un levantamiento de derecho o *jure*, lo que significa enumerar a la población en su lugar de residencia habitual. Las unidades de observación fueron las viviendas particulares habitadas y sus residentes habituales. El tamaño de muestra mínimo por municipio para obtener estimaciones con precisión y confianza adecuada fue de aproximadamente 1 300 viviendas particulares habitadas, por lo que se determinó censar a todos los municipios que en el 2010 contaban con igual o menor número de viviendas; también se censaron algunos municipios y localidades con población vulnerable, en atención a los requerimientos de información por parte de los usuarios, entre las poblaciones se encuentran principalmente: los 100 primeros municipios con población en extrema pobreza, municipios con rezago social muy alto, algunas localidades con población afroamericana, algunas localidades con población hablante de lengua indígena y en particular donde se habla alguna lengua indígena en riesgo de desaparecer. El periodo de levantamiento de la información fue del 2 al 27 de marzo de 2015.

Los límites de confianza se calculan al 90 por ciento.

a/ La distribución porcentual de la condición de afiliación a servicios de salud se calcula respecto de la población total.

b/ El porcentaje para cada institución de servicios de salud se obtuvo con respecto de la población afiliada. La suma de los porcentajes puede ser mayor a 100%, debido a las personas que están afiliadas en más de una institución de salud.

c/ Incluye al Sistema de Protección Social en Salud (SPSS) que coordina la Secretaría de Salud (SSA).

d/ Comprende otras instituciones de salud públicas y privadas del país.

Fuente: INEGI. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. *Encuesta Intercensal 2015*. www.inegi.org.mx (10 de febrero de 2016).

Desarrollo económico

El gobierno municipal de Tulum indica en su Plan Municipal de Desarrollo que las actividades primarias en la localidad se respaldan en su mayoría por la dependencia de la disponibilidad de recursos federales y del estado, quienes crean y aplican programas para la promoción de actividades productivas en el ramo agropecuario, forestal y de pesca. Debido a las características que tiene el suelo de la región, el desarrollo de las actividades



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

productivas agrícolas dificulta el desarrollo de áreas mecanizadas para la implementación de proyectos agroindustriales. Por su parte, la ganadería que se desarrolla tiene una infraestructura básica, por lo que se trabaja para ofrecer calidad para enfrentar la demanda y ofrecer niveles de producción adecuados para su competitividad a nivel local y regional. En lo que respecta a la actividad forestal, se centra en el manejo de recursos para la producción de materia prima; mientras que la pesca tiene una posición destacable en la producción de langosta porque de acuerdo al gobierno municipal, en años anteriores se han reportado 66 toneladas de esa especie.

Con base a información publicada por National Geographic en español, existe un importante desarrollo económico en el sureste del país gracias al desarrollo ecoturístico en los cenotes y a los ríos subterráneos, las acciones de muchas personas proveen de recursos a sus habitantes, esto se da gracias al movimiento turístico que desde hace años ha existido y sigue siendo la fuente principal de su economía; eso significa que existen muchos proveedores que ofrecen experiencias turísticas a las personas interesadas en conocer determinadas zonas de un municipio o varios lugares que se maneja en excursiones o como su nombre en inglés lo dice "tours".

Cabe señalar que los cenotes fueron considerados lugares sagrados por los mayas, lo cual se debió a que en muchas de esas formaciones con agua realizaban altares ceremoniales y rituales religiosos, además de señalarlos como los umbrales del inframundo. En la actualidad el gobierno indica que en Tulum existen 570 cenotes interconectados, convirtiéndose en más del 80% de las cavernas sumergidas exploradas en el estado. Los cenotes representan verdaderas atracciones para las personas por la belleza natural que tienen, la claridad y frescura de su agua, así como los paisajes que forman las formaciones rocosas que fueron creadas naturalmente a través de millones de años.

Los cenotes son conocidos por estar ubicados en zonas rodeadas de selva, haciendo que las personas que los visiten vivan nuevas experiencias en lugares con ambiente misterioso pero atractivo por la gran historia que existe detrás de ellos. Cabe señalar que en algunos cenotes de la Península de Yucatán se encuentran entradas a ríos subterráneos, NatGeo indica que dos de los más conocidos como los sistemas Sac Aktun, que de acuerdo al gobierno local, cuenta con 156.4 kilómetros de largo y Ox Bel Ha que tiene 172.3 kilómetros, y el Dos Ojos con 62.2 km, los tres ríos subterráneos forman son los más largos que existen en México, y en el caso del mayor longitud que es considerado el más largo en el mundo, además de que en comparación con otros sistemas de agua, ocupa el noveno lugar por la cantidad de metros de longitud que posee.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Es necesario decir que dicho río subterráneo es una zona que es explorada por expertos debido a la longitud que tiene, una finalidad de eso es asegurarse de las condiciones de la cueva por donde pasa el río para poder hacer estudios pertinentes que conduzcan a la posibilidad de abrir partes para la visita de turistas, pero es algo que se plantea para el futuro. Cabe indicar que actualmente sigue siendo explorado por expertos en la materia y sólo se presenta en esta sección como un ejemplo de las maravillas naturales que existen en el país. Eso permite mencionar que los ríos subterráneos que hay en Quintana Roo son formaciones naturales de agua que están debajo de la superficie de la tierra, por eso son conocidos como sistemas de aguas subterráneas.

En este caso, el hecho de que en el estado existe el río subterráneo más grande del mundo, hace que tenga un gran movimiento económico gracias a los turistas que se interesan en conocerlo, en donde naturalmente hay cuevas por donde pasan para hacer un recorrido para conocer diferentes puntos del río. Adicional a lo anterior, el gobierno local señala que en la porción sur del municipio de Tulum se encuentra varias lagunas que están entre dicho territorio y Punta Allen, las cuales se encuentran separadas del Mar Caribe por una delgada franja de tierra y se trata de las lagunas Campechen, Boca Paila, San Miguel, Xamach y Catoche; en la zona del oeste de Tulum están las lagunas de Cobá, Verde y Nochacam, cerca de la zona arqueológica de Cobá.

Ahora bien, el segundo sector es el secundario y en él se encuentran actividades como la industria y el estado destaca por la gran producción de azúcar de caña, además de haber otras zonas industriales ubicadas en varios puntos como el Parque Industrial Chetumal ubicado en el municipio de Othón P. Blanco, el Parque Industrial Leona Vicario en Felipe Carrillo Puerto, y el Parque Industrial Puerto Morelos en el municipio de Benito Juárez. Esos ejemplos son referencia importante sobre ese tipo de movimiento económico en el estado como una forma de ver que sí existe el desarrollo del segundo sector, aunque cabe decir que en el caso particular del municipio de Tulum, no cuenta con alguna zona industrial debido a las características de la población que se centró más en el desarrollo de otras actividades enfocadas en los otros dos sectores.

En el sector terciario es el que corresponde al turismo, algo que en Tulum y en muchas otras partes de Quintana Roo es de lo más desarrollado gracias a los gobiernos y las poblaciones que han unido sus trabajos e intereses para ofrecer un sin fin de actividades turísticas, así como una amplia variedad de servicios de ese tipo. El turismo en Tulum se concentra en la zona arqueológica conocida como Parque Nacional Tulum que se encuentra ubicado justa frente al Mar Caribe, habiendo varias construcciones hechas por



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

los mayas que forman parte de un gran legado histórico, cultural y arquitectónico, cuenta con una extensión aproximada de 664 hectáreas, distribuidas a lo largo de la zona costera.

Entre otros puntos, el sector primario contempla diversas características naturales que existen en muchos lugares del sureste de la República Mexicana, haciendo necesario que cada gobierno y cada población participen activamente para el cuidado y mantenimiento de sus selvas, pastos y cuencas hidrográficas. Esto permite dar paso a la información correspondiente a las cuencas hidrológicas que debido a la ubicación geográfica del estado y a la composición del suelo que es de roca calcárea, no existen corrientes de agua superficiales debido a la permeabilidad de ese tipo de suelo, pero sí existen cenotes y corrientes subterráneas porque las aguas de las lluvias no quedan retenidas en la superficie, sino todo lo contrario, el suelo favorece la formación de sistemas de ríos subterráneos.

Turismo

En la Riviera Maya, al sur de Cancún, frente a la isla de Cozumel, un polo turístico está creciendo vertiginosamente. Tulum cuenta con bellas playas, naturaleza virgen y los vestigios de una importante ciudad maya así como su proximidad al aeropuerto internacional de Cancún. Este fuerte crecimiento ha generado conflictos entre aquellos que promueven el crecimiento turístico y aquéllos preocupados por la presión sobre el rico patrimonio cultural y natural.

En los años 60 se consideró crear en Tulum un puerto orientado a cruceros. Sin embargo, durante décadas se mantuvo un turismo a pequeña escala orientado al turista alternativo y basado en el atractivo medioambiental.

No obstante, a partir de los años 90 se dio una vertiginosa expansión de zonas hoteleras, segundas viviendas y áreas urbanas junto con un proceso de apropiación privatización de los espacios públicos y las reservas naturales para ponerlas al servicio del desarrollo turístico cortoplacista. Esto ha llevado a crecimiento caótico y descontrolado que a pesar de la retórica verde, no ha sido planificado de forma sostenible sino que sigue los pasos de Cancún.

En el año 1990 Tulum tenía de sólo 2.000 habitantes. En 2008 ya había 24.000, en 2012 39.000. Es decir, un crecimiento promedio del 15,2% lo que hace esperar unas 120.000 para 2020. A este ritmo se habrá multiplicado la población 60 veces en sólo 30 años.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Este intenso crecimiento no ha sido acompañado de la infraestructura necesaria para su adecuada gestión. Por ejemplo, se ha denunciado que la pobre gestión de los residuos generados por los turistas van a un vertedero que llega a recibir «más de 200 toneladas de basura al día» en temporada alta.

Industria

La industria manufacturera es muy incipiente, limitándose a talleres, tortillerías y otros establecimientos localizados en el área urbana. Sin embargo dentro del Plan de Desarrollo Estatal y municipales, se considera el apoyo a este sector a través de la instalación de clusters dedicados a la manufactura de diversos productos.

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 con una superficie aproximada de 5,500 Ha entre ambos municipios.

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. Dentro de los planes de gobierno se considera el apoyo a dicha actividad.

Forestal



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

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 m3. También se explota, aunque en poca escala, la resina del chicozapote para la producción del chicle.

IV. 3. Paisaje

• **La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.**

Debido a la infraestructura del proyecto que consiste en colocar escalones de acero inoxidable anclados a una pared vertical natural, los cuales por su dimensión no afectaran la visión natural del cerro.

• **La calidad paisajística**

Debido a la naturaleza del proyecto, la cual consiste en escalar y bajar una pared vertical natural (cerro) la calidad paisajística no se verá alterada.

• **La fragilidad del paisaje es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él.**

Por las características del proyecto así como el sistema constructivo se prevé que se ocasionara impacto sobre el medio ambiente mínimos, sin embargo debido a las dimensiones del proyecto y a las medidas preventivas no se será significativo siendo compatible con el medio y con las actividades que se realizan en la zona.

IV.4 Diagnóstico ambiental

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS AMBIENTALES

Elemento Ambiental	Unidad	Funcionalidad dentro del SAR delimitado
Aire	Clima	En el sistema ambiental se identificas el siguiente tipo de clima:

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Elemento Ambiental	Unidad	Funcionalidad dentro del SAR delimitado
		<ul style="list-style-type: none"> • Cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw1 y Aw2). <p>La temporada calurosa dura 2,0 meses, del 13 de abril al 12 de junio, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 32 °C. La temporada fresca dura 2,9 meses, del 13 de noviembre al 9 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 29 °C.</p> <p>La temporada más lluviosa dura 5,3 meses, de 25 de mayo a 2 de noviembre, La temporada más seca dura 6,7 meses, del 2 de noviembre al 25 de mayo. La probabilidad mínima de un día lluvioso es del 14 % el 27 de marzo, En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 59 % el 28 de septiembre.</p> <p>La velocidad promedio del viento por hora tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 6,7 meses, del 4 de diciembre al 24 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 8,2 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 17 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 9,4 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 5,4 meses, del 24 de junio al 4 de diciembre. El día más calmado del año es el 6 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 6,9 kilómetros por hora.</p>
	Humedad	<p>La humedad percibida varía considerablemente. El período más húmedo del año dura 9,0 meses, del 19 de marzo al 17 de diciembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 68 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 24 de agosto, con humedad el 100 % del tiempo. El día menos húmedo del año es el 30 de enero, con condiciones húmedas el 57 % del tiempo.</p>
	Calidad del Aire	<p>Respecto a la calidad del aire no se tienen datos de registros específicos, ya que no se cuenta con una estación de monitoreo, sin embargo, siendo la zona del proyecto, un área</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Elemento Ambiental	Unidad	Funcionalidad dentro del SAR delimitado
		<p>poco urbanizada, y de acuerdo con los resultados de humedad y precipitación del SA, se presume que la calidad del aire se encuentra dentro de los niveles aceptables de la normatividad ambiental vigente.</p>
<p>Geología y Geomorfología</p>	<p>Litología del área</p>	<p>En el SA se identifican tres unidades cronoestratigráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GLmo/2 GLEYSOL: El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados, principalmente sedimentos de origen fluvial, marino o lacustre, del Pleistoceno u Holoceno. La mineralogía puede ser ácida o básica. • Solonchak mólico sódico (SCmoso/3): Se encuentran en regiones áridas o semiáridas, principalmente en zonas permanentemente o estacionalmente inundadas. La vegetación es herbácea con frecuente predominio de plantas halófilas; en ocasiones aparecen en zonas de regadío con un manejo inadecuado. En áreas costeras pueden aparecer bajo cualquier clima. Los Solonchaks presentan una capacidad de utilización muy reducida, solo para plantas tolerantes a la sal. Muchas áreas son utilizadas para pastizales extensivos sin ningún tipo de uso agrícola. • Leptosol: húmico (LPhu/3); lítico (LPhuli/2R) y Rénzico (LPhurz/2) El término leptosol deriva del vocablo griego "leptos" que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina.
	<p>Geomorfología del área de estudio.</p>	<p>El sistema ambiental se encuentra en la Provincia Fisiográfica correspondiente a la Península de Yucatán. La Región fisiográfica Península de Yucatán, es una provincia que se encuentra ubicada en el sureste de México. Se encuentra limitado al norte y al Este por el golfo de México, al sur por Belice y al Oeste por el Golfo de México y la provincia</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Elemento Ambiental	Unidad	Funcionalidad dentro del SAR delimitado
		de la Llanura costera del golfo sur. Políticamente abarca la totalidad del estado de Yucatán y Quintana Roo y la mayor parte de Campeche.
	Relieve del área de estudio	Dentro del Sistema ambiental es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar.
	Fallas y Fracturas	De acuerdo al Sistema Integral de Información sobre Riesgos y Desastres en México, el área del proyecto se encuentra en una zona con un peligro sísmico Muy Bajo, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
Edafología	Suelos	<p>Dentro del SAR se presentan suelos poco profundos y en asociaciones de dos o más tipos, donde predominan los leptosoles y gleysoles.</p> <p>Los suelos leptosoles son los de mayor distribución dentro del SAR, pues ocupan una superficie de 49,708.8 Ha, equivalentes al 98%, se caracterizan por ser suelos someros, de escasa evolución y desarrollo, limitados por una roca continua a menos de 25 cm, o bien por un material con más del 40% de equivalente en carbonato cálcico.</p> <p>Los gleysoles están representados por la subunidad mólico, caracterizada por presentar una capa superficial oscura de unos 15 cm de espesor, muy rica en materia orgánica y por tanto fértil, de textura suave. Se diferencia por un horizonte saturado de unos 60 cm, con colores grises.</p>
Hidrología	Superficial	<p>El Sistema Ambiental se localiza en su totalidad dentro de la Región hidrológica Administrativa XII Península de Yucatán, pertenece a la Región hidrológica Yucatán Este (RH33), que cuenta con una superficie total de 5,404,079.8 Ha..</p> <p>En lo que se refiere a la hidrología superficial del SAR, debido a la presencia de escasas pendientes, del terreno (<10°) y a las características litológicas y edafológicas que le confieren una alta permeabilidad hidrogeológica, no existen escurrimientos superficiales de consideración.</p>
Vegetación	Vegetación Terrestre	Conforme al conjunto de Datos Vectoriales del Uso de Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000 Serie V del INEGI, dentro del sistema ambiental se identifican los siguientes usos de suelo y vegetación:

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Elemento Ambiental	Unidad	Funcionalidad dentro del SAR delimitado
		<p>El predominio de la vegetación con dominancia de especies primarias esta en las selvas medianas junto con la selva baja no inundable, así también podemos encontrar ecosistemas primarios inundables donde se incluye el manglar, tular y selva baja inundable.</p>
Fauna	Fauna Terrestre	<p>Dentro de la zona de El grupo más representativo en el área fueron las aves con 42 especies, siendo el zopilote común (<i>Cathartes aura</i>) quien presenta la mayor abundancia en comparación a todas los demás especies (34 ejemplares registrados). <i>Eupsittula nana</i> junto con <i>Micrastur semitorquatus</i> y <i>Amazona albifrons</i> se encuentran dentro de la Nom-059 en la categoría Pr. Por otro lado, <i>Sporophila torqueola</i> fue la única especie que se registró, endémica para el país.</p> <p>En cuanto a los Anfibios y Reptiles, solo se registraron en el área de estudio un total de 19 especies, 6 de anfibios y 13 de reptiles (Tabla 3). De estas, solo 4 se encuentran dentro de la Nom-059. <i>Ctenosaura similis</i> y <i>Rhinoclemmys areolata</i> se encuentran en la A, mientras que <i>Micrurus diastema</i> y <i>Porthidium yucatanicum</i> se encuentra dentro de la categoría de Pr. Por otro lado, de las especies que se registraron en el área del proyecto solo la serpiente <i>P. yucatanicum</i> se considera endémica, ya que solo se distribuye en la Península de Yucatán.</p> <p>Por ultimo en el grupo de los mamíferos, el número de especies registradas en el área del proyecto fue de 9 especies, de las cuales, <i>Ateles geoffroyi</i> se encuentra en la categoría de peligro de extinción y <i>Conepatus semistriatus</i> se encuentra dentro de la categoría de Pr según la Nom-059</p>
Sector Socioeconómico	Sector Productivo	<p>De acuerdo con los datos de INEGI el municipio de Tulum tiene una población de 72,896 habitantes de acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 2019 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Es junto con Benito Juárez y Solidaridad, de los municipios de mayor crecimiento demográfico en el país, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica. En relación a esto, Tulum, ofrece</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Elemento Ambiental	Unidad	Funcionalidad dentro del SAR delimitado
		al turismo nacional e internacional y como actividad principal, hostelería ecológica, que guarda intacta, las tradiciones del pasado maya en su arquitectura y que se fusionan con la modernidad del presente en cuanto a servicios.
	Desarrollo económico	El gobierno municipal de Tulum indica en su Plan Municipal de Desarrollo que las actividades primarias en la localidad se respaldan en su mayoría por la dependencia de la disponibilidad de recursos federales y del estado, quienes crean y aplican programas para la promoción de actividades productivas en el ramo agropecuario, forestal y de pesca. Debido a las características que tiene el suelo de la región, el desarrollo de las actividades productivas agrícolas dificulta el desarrollo de áreas mecanizadas para la implementación de proyectos agroindustriales. Por su parte, la ganadería que se desarrolla tiene una infraestructura básica, por lo que se trabaja para ofrecer calidad para enfrentar la demanda y ofrecer niveles de producción adecuados para su competitividad a nivel local y regional. En lo que respecta a la actividad forestal, se centra en el manejo de recursos para la producción de materia prima; mientras que la pesca tiene una posición destacable en la producción de langosta porque de acuerdo al gobierno municipal, en años anteriores se han reportado 66 toneladas de esa especie.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Contenido

CAPÍTULO V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL

REGIONAL	1
V.1 IDENTIFICACIÓN	1
V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS	2
V.3 VALORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS	4
V.4 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	13
V.4.1 Interrelaciones identificadas como perceptibles se agrupan en impactos ambientales	13
V.5 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, DIFERENCIACIÓN DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DE LOS NO SIGNIFICATIVOS; DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS EN CUANTO A SU MAGNITUD, DURACIÓN, PERMANENCIA, EXTENSIÓN, SINERGIAS E INTERÉS	18
V.5.1 Metodología seguida para la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales	18
V.5.2 Evaluación de los impactos y detección de los relevantes	19
V.6 ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL MODIFICADO POR EL PROYECTO	26
V.6.1 Identificación de impactos acumulativos y sinérgicos del SAR con el proyecto (los residuales del SAR se presentan en Capítulo VI)	26

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Índice de Tablas

Tabla 1 Matriz de interacciones del proyecto	6
Tabla 2 Identificación de interrelaciones Actividad del proyecto – Factor ambiental	7
Tabla 3 Asignación de valores numéricos a las relaciones actividad - factor consideradas cualitativamente como perceptibles	18
Tabla 4 Valores límite del indicador de impacto	19
Tabla 5 Evaluación de Impactos	20
Tabla 6 Evaluación cuantitativa de los impactos ambientales e identificación de impactos relevantes o significativos	25
Tabla 7 Descripción de los impactos del SAR integrando los ocasionados o agravados por el proyecto	28

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Capítulo V

Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales, acumulativos y residuales, del Sistema Ambiental Regional

En este capítulo se describe la metodología y los procedimientos para identificar y evaluar los impactos ambientales acumulativos y residuales, significativos que generados por la realización del proyecto sobre el Sistema Ambiental Regional. La metodología toma como base, lo que al respecto establece la autoridad en las Guías para elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional y del Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como el artículo 13 del Reglamento de la misma Ley, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Objetivos			
Identificar los impactos que habrá en la Construcción del Libramiento Tulum, con una Longitud de 26.0 km, Incluye Tres Entronques a Desnivel, en el Estado de Quintan Roo.	Realizar la descripción de los impactos que habrá Construcción del Libramiento Tulum, con una Longitud de 26.0 km, Incluye Tres Entronques a Desnivel, en el Estado de Quintan Roo	Evaluar los impactos que habrá en la Construcción del Libramiento Tulum, con una Longitud de 26.0 km, Incluye Tres Entronques a Desnivel, en el Estado de Quintan Roo	Identificar los impactos residuales y acumulativos.

V.1 Identificación

Se debe reconocer y recalcar que la mayoría de las obras civiles alteran las condiciones naturales del sitio donde se llevan a cabo el proyecto, trayendo importantes desequilibrios ambientales, principalmente en la etapa de preparación y construcción, entre ellos sobresalen los proyectos de comunicaciones, debido a que atraviesan áreas extensas, donde la tendencia de perturbación generalmente se orienta al incremento en el tiempo, afectando en mayor o menor medida el equilibrio natural de los ecosistemas y micro ecosistemas de diversas formas en cada una de las etapas del proyecto, aunque sean estas de manera temporal.

A partir de la caracterización ambiental regional realizada en el capítulo IV, en la cual se describieron las condiciones bióticas y abióticas del SAR-área de influencia, se procedió a identificar las afectaciones a la estructura y función del sistema ambiental regional, poniendo especial atención a una superficie representativa del SAR (área de influencia) y que se determinó como la receptora-amortiguadora de los impactos ambientales. En el capítulo IV se explica el cómo fue delimitada dicha superficie. A continuación, se desarrollan

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

los puntos que dirigen la caracterización ambiental hacia la identificación de los impactos ambientales.

V.2 Caracterización de los impactos

Con la realización de este proyecto se lograrán a corto, mediano y largo plazo beneficios en el ámbito técnico, socioeconómico y ambiental, dado que se pretende mejorar la infraestructura para el transporte y el desplazamiento de bienes y productos en la región del SAR. Los impactos que se producirán por la realización del proyecto varían de acuerdo con sus diferentes etapas y condiciones de los medios bióticos, abióticos y sociales. En la etapa de preparación del sitio y construcción las modificaciones que tendrá el SAR, principalmente la zona en donde se ubica del camino (donde se ejecutaran las obras y actividades) son adversos poco significativas, ya que la mayoría de ellas únicamente se presentarán durante el tiempo que dure la obra. De estas modificaciones destaca la afectación a la estética del paisaje por la presencia de maquinaria y equipo, los cuales se retirarán al momento de concluir la obra.

El retiro de la vegetación es un elemento que producirá impacto en la región, sin embargo, no será significativo comparando con la cobertura vegetal que se encuentra dentro del polígono delimitado para el SAR.

En cuanto a la fauna que se encuentra en el SAR, esta se verá afectada mínimamente por la remoción de vegetación y el ruido, principalmente en la zona del proyecto; esto debido a que se observa que la actividad antropogénica es alta en la zona, por lo tanto, a través del tiempo, la fauna se ha ido desplazando hacia lugares en donde el impacto humano es menor. Se llegarán a retirar hábitats o nidos de algunas especies, que son tolerantes a actividades humanas, por lo que se afectará de forma permanente, sin embargo, estas especies tienden a buscar y sustituir el hábitat anterior. Por otro lado, el ruido generado por la maquinaria provocará que las especies se retiren a lugares más tranquilos de forma temporal hasta que concluya la obra. Esta modificación es poco significativa, ya que las especies silvestres generalmente se alejan al notar la presencia del humano.

La erosión del suelo, causada por las actividades del proyecto se estabilizará cuando se realice el tendido de la carpeta asfáltica. La modificación realizada por los cortes y terraplenes es considerada como permanente, aunque sus dimensiones sean pequeñas en el ámbito regional. Al momento de realizar los trabajos para ejecutar este proyecto, se emitirán polvos que pueden afectar la calidad de cuerpos de agua superficiales y del aire, pero una vez que se pavimente, se obtendrán beneficios ya que cesará la emisión, trayendo como consecuencia la disminución de estas partículas en el aire.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

La generación de emisiones a la atmósfera y de ruido será importante en algunas actividades del proyecto, pero disminuirá una vez concluido el mismo. Además de que este tipo de generación es mitigable por diversas técnicas, como la aplicación de un horario específico de trabajo y la afinación continúa de la maquinaria y equipo utilizado. Cabe mencionar que durante la operación y mantenimiento se generarán nuevamente emisiones y ruido (por los vehículos y el mantenimiento de la vialidad) en menor medida a la producida por la realización de la obra.

La economía regional tiene un importante componente en el aspecto turístico, agrícola y de ganadería, por lo que existe una gran derrama económica por esta actividad. Con la realización de este proyecto se beneficiará la infraestructura carretera necesaria para permitir de manera amplia mejorar el avance, el progreso de los sectores primarios, secundarios y terciarios de la región, la seguridad, el desarrollo y la comunicación entre las comunidades, además de disminuir el tiempo de recorrido y los riesgos de accidentes, en esta parte tan importante del Estado de Quintana Roo.

Se tendrá generación de residuos sólidos por los usuarios del camino. A su vez el mejoramiento del camino provocará que la población tienda a desplazarse, construir o mejorar su vivienda para proporcionar servicios a lo largo del camino, dando con ello un elemento para el crecimiento de la población.

En caso de no adoptar las medidas de mitigación, se tendría un escenario ambiental perturbado, donde se presentarían problemas como erosión, contaminación atmosférica, disminución de la calidad del paisaje, pérdida de cobertura vegetal, disminución de fauna, residuos sólidos sobre el camino, contaminación de aguas superficiales, entre otros.

Las fuentes de cambio, así como las perturbaciones y efectos que se darán en el SAR debido a la ejecución del proyecto, son las que se enuncian a continuación:

- Emisión de contaminantes.
- Retiro de vegetación.
- Acciones que actúan sobre el medio biótico generalmente de forma negativa.
- Acciones que implican el cambio del paisaje.
- Contratación de personal y utilización de servicios.

Los efectos identificados son los que se enuncian a continuación de acuerdo con el contexto general anteriormente mencionado:

- Movimiento de tierras.
- Erosión de suelo.
- Emisiones de contaminantes a la atmósfera.
- Emisión de ruido.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Generación de residuos (orgánicos, inorgánicos, de manejo especial).
- Generación de aguas residuales.
- Destrucción de vegetación y de hábitats.
- Modificaciones en la estética del paisaje de la zona.
- Depósitos de materiales.
- Incremento en la mano de obra.
- Desarrollo económico de la región.
- Uso eficiente del tiempo y energía.

Se deberá tener especial cuidado en las siguientes perturbaciones representativas que de forma intrínseca tiene el proyecto en sus diferentes etapas:

- La Explotación de bancos de materiales no autorizados, el movimiento de tierra en su traslado y disposición final en sitios no autorizados.
- El derrame de aceites, lubricantes y gasolina proveniente de maquinaria y equipo, con su consecuente contaminación al suelo, subsuelo o cuerpos de agua.
- El retiro de vegetación, sin planeación ni medidas de mitigación, lo que podría ocasionar erosión y deslaves hacia áreas colindantes.
- La perturbación de la fauna silvestre con el continuo traslado de los camiones, el ruido, emisiones contaminantes a la atmósfera, que pueden afectar el hábitat natural de los animales, así como la destrucción de pasos de fauna silvestre.
- La interrupción de flujos de transporte, comercio, culturales, etc; es decir, que el proyecto se convierta en una barrera entre comunidades rurales y zonas urbanas.
- El manejo de los residuos de manejo especial y peligrosos, durante la ejecución de los trabajos y actividades de las distintas etapas del proyecto.

V.3 Valorización de los impactos

Valorización de los impactos, para estimar cuantitativamente y cualitativamente los impactos negativos y positivos que se presentarán en el medio ambiente, por la ejecución de las obras y actividades de la construcción del Libramiento Tulum, se aplicaron diferentes técnicas, una de ellas se basa en la elaboración de una matriz de Leopold (Leopold, Clarke Hanshaw y Balsley, 1971; De la Maza, 2007). Para ello se analizaron en cuanto al sentido (adverso o benéfico), y se incluyeron todos los casos en que podría haber una relación actividad de obra – factor ambiental, no se discriminó aquellos en que la interrelación no causara modificación. (Tabla V.1).

Cabe señalar que los impactos residuales, de acuerdo a lo que establece la fracción X del Artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, son aquellos que persisten después de la aplicación de las medidas de mitigación (y prevención). Por

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

consiguiente y convenir mejor al orden de exposición, los impactos ambientales residuales serán descritos en el Capítulo VI, después de indicar las medidas de prevención y mitigación de impactos adversos en el SAR.

Para el proyecto no se construirán ni operarán campamentos para los trabajadores, sino que estos pernoctarán en Tulum, Jacinto Pat, Macario Gómez y poblados vecinos, por los que pasará cerca el trazo.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 1 Matriz de interacciones del proyecto

Factores ambientales / Actividades del proyecto	Calidad del aire	Cuerpos superficiales de agua	Acuífero	Geoforma	Suelo	Vegetación forestal	Terrenos con uso agropecuario	Zona urbana e infraestructura de transporte y su derecho de vía	Fauna silvestre	Paisaje	Economía local	Transporte
Liberación del derecho de vía								A			B	
Desmante		A	A		A	A			A	A	B	
Despalme		A	A		A				A	A	B	
Nivelaciones	A		A	A						A	B	
Colocación de losas		A							B		B	
Construcción del cuerpo del terraplén	A		A								B	
Movimiento de maquinaria y personal en la zona	A					A	A		A		B	
Circulación vehicular	A								A		B	
Mantenimiento									B		B	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

**** Interacciones adversas (A), Benéficas (B).**

Tabla 2 Identificación de interrelaciones Actividad del proyecto – Factor ambiental perceptibles a escala del SAR

Relación actividad - factor ambiental	Argumento	Relevancia
Liberación del derecho de vía - Zona urbana, infraestructura y su derecho de vía.	Los ejidos y propietarios en general de los terrenos por donde pasará el libramiento, están más que complacidos de tener esta vía; ellos tienen sus propias propuestas de trazo, para beneficiar a los más activos en el ejido; el anteproyecto no pasa exactamente por ninguna de sus propuestas, aunque si cercano a algunas. Aunque se prevé ciertos problemas en la liberación, como se da en la mayoría de las carreteras, no se espera que la oposición sea importante, ya que toda la región desea el libramiento	No perceptible
Liberación del derecho de vía - Economía Local.	Lo que se pague a los parcelarios de los ejidos para la liberación del derecho de vía no será perceptible a la escala de la economía del SAR ya que se beneficiará máximo a 250 familias	No perceptible
Desmante - Cuerpos superficiales de Agua.	Se está elaborando un estudio geofísico cuyo fin es alejar el trazo de cuerpos superficiales de agua y de zonas donde el basamento sea susceptible a derrumbe. Por lo que no se espera afectación a los cuerpos superficiales de agua debido al desmante, ya que en todo caso estarán a más de 100 m de la línea de desmante	No perceptible
Desmante - Acuífero.	Las raíces de los árboles facilitan la infiltración del agua al acuífero porque evitan la compactación del suelo, favorecen su estructuración y por tanto porosidad. También favorece que el flujo laminar se dé, sin provocar erosión. Al retirar los árboles en la superficie requerida, se espera que aumente la evapotranspiración local y se infiltre menos agua, no obstante esto no será perceptible a escala del SAR ya que dicha superficie no representa un porcentaje alto dentro del SAR y la pérdida de infiltración en dicha área será máximo del 30% de la que ocurre actualmente	No perceptible
Desmante - Suelo.	El desmante se localiza en áreas con potencial de erosión bajo, debido sobre todo a las pendientes del área donde se asentará el trazo que en todo caso son menores al 8%. En general el riesgo de erosión del SAR es bajo, esto se demuestra, porque aún en los sitios considerados como muy perturbados durante el diagnóstico, presentan erosión baja. El tiempo que pasa el suelo expuesto entre el desmante y el despalme es máximo de 1 semana, el suelo que llegará a perderse por el poco flujo laminar que hubiera en la zona, es no perceptible para el SAR ni para la región inmediata	No perceptible

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Desmorte – Vegetación forestal	Se afectarán superficies de vegetación forestal, en general con muy buen estado de conservación. Durante el desmorte se afectarán árboles, cuya composición específica y ubicación por tramo se presentan en el Anexo 6. NO se afectará mangle y en todo caso se pasa a más de 100 m de estas asociaciones	Perceptible
Desmorte – Fauna silvestre	El desmorte afecta a la fauna que habita zonas forestadas y que es de hábitos restringidos. El hábitat será reducido en ciertas superficies (sin considerar las restricciones planteadas en la Tabla IV.103I capítulo IV). Es después del desmorte que se forma una línea de ruptura sobre todo en manchones forestales, que la fauna más sensible y de hábitos hogareños no cruza con facilidad, pasarán meses antes de que se establezcan nuevas rutas	Perceptible
Desmorte – Paisaje	Es a partir del desmorte donde se nota una línea de ruptura en el paisaje, que será importante porque como se dijo, la mayor parte del SAR es una matriz forestada con Selvas medianas, bajas e inundables; solo con manchones de pastizales, acahuales y zonas agrícolas	Perceptible
Desmorte - Economía local	Esta interrelación se refiere al personal que será beneficiado por esta actividad, que se calcula unas 10 personas durante 6 meses, más los operativos de la maquinaria y los indirectos de la empresa constructora, todo no perceptible para el SAR	No perceptible
Despalme – Suelo	Se despalmará áreas de las que se obtendrá suelo del horizonte A del perfil del suelo. Pero se impactará únicamente entre la línea de ceros (área en que se construirá el cuerpo del terraplén), el suelo retirado es pérdida, ya que se trata del horizonte orgánico que tarda décadas en formarse, sobre todo porque la roca madre es coralina de muy difícil intemperización y mineralización. No se provocará efecto de borde para el suelo aledaño, por un lado porque solo se despalmará el área entre líneas de ceros, área que en caso de vegetación forestal también se desmontó; los terrenos aledaños tendrán su cubierta vegetal sin alteración y las raíces de árboles y arbustos evitarán que se mueva el suelo. En los sitios donde no hay una cubierta arbórea, se trata, generalmente, de áreas planas donde el potencial de erosión hídrica es muy baja. Por otro lado, el cuerpo del terraplén se construirá por encima del terreno natural por lo menos en 1 m, por lo que no existirá ningún riesgo de erosión o movimiento del suelo	No perceptible
Despalme – fauna silvestre	Durante el despalme diversos grupos de vertebrados del SAR podrían verse afectados. Estos corresponden a las especies de hábitos fosoriales, como son: anfibios, reptiles estas especies viven enterradas en el suelo durante la época de estiaje o escondidas entre los escombros de hojarasca y rocas, y muy posiblemente durante el despalme algunos individuos morirán al ser arrastrados por la maquinaria. Otro grupo que podría verse afectado por el removimiento de árboles, suelo y rocas son los roedores, debido este grupo de mamíferos hacen sus nidos y madrigueras entre las rocas, hojarasca y en la base de los árboles	Perceptible

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Despalme – Paisaje	<p>La mala disposición del material de despálme puede afectar vegetación forestal, hábitat de fauna y si es época de lluvia escurrimiento superficiales por el lavado del material. Afectando de esta forma a nivel del paisaje.</p> <p>Es necesario tener un plan de manejo del suelo retirado del despálme para evitar los daños asociados.</p> <p>Antaño en Quintana Roo., se llegó a lanzar el suelo a los terrenos aledaños solo acamellonándolo; en la actualidad eso está prohibido, pero se ha observado todavía esas prácticas en algunos caminos</p>	Perceptible
Despalme – Economía local	Esta interrelación se refiere al personal que será beneficiado por esta actividad, que se calcula unas 8 personas durante 6 meses, más los operativos de la maquinaria y los indirectos de la empresa constructora, todo no perceptible para el SAR	No perceptible
Nivelaciones – Calidad del aire	Durante los cortes y movimiento de materiales con maquinaria se levantan tolvaneras, si es época de estiaje	Perceptible
Nivelaciones – Acuífero.	Las nivelaciones en el caso del proyecto en mención será un relleno de por lo menos 1 m de alto sobre el terreno natural. Ese material será compactado y en ciertas hectáreas se dejará de infiltrar el agua a partir de las nivelaciones, en esa superficie se dejará de infiltrar agua.	Perceptible
Nivelaciones – Geoforma	No habrá excavaciones ni rellenos mayores a 2 m, las nivelaciones no son importantes y solo será lo que se levante el terraplén sobre el terreno natural, no perceptible a escala geoforma	No perceptible
Nivelaciones – Paisaje	<p>Como no habrá excavaciones, tampoco se tendrá material pétreo de desperdicio, por lo que no se tendrá una mala disposición del mismo.</p> <p>El trazo formará una línea de ruptura en el paisaje, que se potencializará durante los rellenos, y será visible a varios metros de distancia</p>	Perceptible
Nivelaciones – Economía local	Se emplearán aproximadamente 15 personas locales para esta actividad, situación no perceptible a escala del SAR	No perceptible
Colocación de losas – Cuerpos superficiales de agua.	<p>Se consideró que la interrelación es no perceptible si se compara la situación actual como estado cero. Ya las losas tienen dos funciones: pasos para fauna y evitar represamientos (situación que no sucede actualmente).</p> <p>Las losas se construirán entre las líneas de cero, en las zonas inundables básicamente en la Selva baja inundable y Tular; en dichos sitios tendrán un efecto positivo para no interrumpir los flujos cuando se da alguna inundación, pero no es perceptible ese beneficio, porque actualmente los flujos no se han alterado</p>	No perceptible
Colocación de losas – Fauna silvestre	Las losas favorecerán el movimiento de la fauna silvestre a través de ellas. No obstante, si se considera el escenario actual como cero, el hecho de no interrumpir rutas de fauna permanece sin cambios	No perceptible
Colocación de losas – Economía local	Se emplearán aproximadamente 15 personas locales para esta actividad, situación no perceptible a escala del SAR	No perceptible

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Construcción del cuerpo del terraplén – Calidad del aire	Durante el tendido de bases, si este se realiza en época de estiaje, se levantan gran cantidad de polvos. El SAR no tiene problemas de tolvaderas por lo que será un impacto simple, perceptible sobre todo para los trabajadores, flora y fauna aledaños al frente de obra	Perceptible
Construcción del cuerpo del terraplén – Acuífero.	Una vez que se dé el tendido de subrasante, bases y carpeta asfáltica, quedará una superficie impermeable, el agua que caiga en dicho sitio se evaporará y el resto escurrirá y tenderá a infiltrarse en los terrenos vecinos, esto es más dinámico una vez construidas las cunetas, contracunetas y lavaderos. El agua dejará de infiltrarse debido al cuerpo del terraplén y el resto de las actividades tendientes a formarlo. Esta cantidad de agua en la interacción acuífero – nivelaciones se dejará de infiltrar en el área que ocupe el cuerpo del terraplén, pero el agua que llueva sobre él, será llevada a las cunetas y de ahí a los lavaderos para su infiltración, por lo que la pérdida en el volumen se espera sea, en parte, por evaporación lo que se traduce en un cierto volumen que será proporcional a lo que se infiltra en el SAR, no perceptible. Por otro lado, existe un riesgo que el aceite que llegue a derramarse sobre la carpeta asfáltica, así como algún hidrocarburo (debido a fugas en los vehículos de los usuarios), terminen en el acuífero local, sobre todo en las partes en que se cruza el relieve cársico denudatorio	Perceptible
Construcción del cuerpo del terraplén – Economía local	Se emplearán aproximadamente 80 personas locales para esta actividad, situación no perceptible a escala del SAR	No perceptible
Movimiento de maquinaria y personal en la zona – Calidad del Aire	La maquinaria provocará que se levanten polvos en los frentes de obra, además de los gases de combustión, no obstante estos serán no perceptibles a escala del SAR que no tiene condiciones de confinamiento	No perceptible
Movimiento de maquinaria y personal en la zona – Vegetación forestal.	La maquinaria según políticas, no podrá pernoctar en las áreas del trazo ubicadas en los sitios considerados como frágiles, pero si podrá moverse entre la línea de cerros, pero sin ocasionar daños apreciables ya que es entre las líneas de cerros donde se realiza el desmonte, despalme y nivelaciones. Donde podría llegar a afectar sería en los sitios considerados perturbados y muy perturbados, donde se les permitirá las maniobras, dichas áreas corresponden a campos agrícolas y pastizales inducidos primordialmente y en ningún caso tienen cobertura forestal. no se espera un impacto significativo a la vegetación forestal debido al movimiento de maquinaria y equipo	No perceptible
Movimiento de maquinaria y personal en la zona – Terrenos con uso agropecuario	En los sitios considerados perturbados y muy perturbados del SAR, se permite el movimiento de maquinaria fuera del área entre la línea de cerros, dichas áreas coinciden en algunos tramos con uso agropecuario, el movimiento de la maquinaria puede llegar a afectar inclusive campos sembrados fuera del derecho de vía, no obstante, no se espera que la afectación sea mayor a 40 m después de la línea límite del derecho de vía, los cultivos en el SAR son poco valorados, porque son muy pobres (por lo poco fértil del suelo), así que no se espera que eso sea perceptible	No perceptible

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Movimiento de maquinaria y personal en la zona – Fauna silvestre	La fauna puede ser alterada por las maniobras de la maquinaria, sobre todo debido al ruido y su mera presencia. El personal a veces suele incursionar fuera del área entre la línea de ceros, situación que también podría llegar a estresar a la fauna	Perceptible
Movimiento de maquinaria y personal en la zona – Economía local	Se emplearán aproximadamente 240 personas locales para todo lo largo de la construcción y preparación del sitio, no perceptible en la economía del SAR	No perceptible
Circulación vehicular – Calidad del aire	Se van a producir gases producto de la combustión debido a la circulación vehicular. No obstante la cantidad de gases entre la selva, con muy buena aireación debido a la falta de pendientes mayores al 8%, no van a confinarse y se dispersarán rápidamente, por lo que no se espera se note una afectación de la calidad del aire	No perceptible
Circulación vehicular – Fauna silvestre	Al efecto barrera que se produce en la etapa de nivelación, se suma el que ocasionará el trazo en operación; la fauna al cruzar la carpeta asfáltica, corre el riesgo de ser atropellada	Perceptible
Circulación vehicular – Economía local	La economía local se verá beneficiada por el proyecto al contar con vías más ágiles para el desarrollo de actividades turísticas, ya que el libramiento contará con tres entronques y repartirá el tránsito, que se prevé se incremente de 5,610 a 15,000 vehículos, entre el libramiento y la ruta actual. El libramiento podría potencializar actividades económicas en torno al trazo, principalmente servicios a transportistas. De aplicarse el OET Cancún – Tulum, el desarrollo habitacional sería moderado ya que sólo se permite una vivienda por hectárea, aunque si se beneficiará sensiblemente la zona por el ecoturismo, por la gran cantidad de cenotes y cavernas que hay en el área. El impacto económico del trazo es local por el ecoturismo y regional porque podrá ser usado por quienes transiten sobre el eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa, así como con la frontera Sur. El beneficio de la población local al liberarse la vía actual, se trata en la siguiente interacción, ya que el impacto será sobre el tránsito en la zona urbana y turística de Tulum	Perceptible
Circulación vehicular – Transporte	La operación del trazo reducirá el tránsito de vehículos de transporte pesado en el interior de la Ciudad de Tulum, así como los que no tengan como destino final dicha localidad, lo que favorecerá el desplazamiento del turismo en la zona urbana de Tulum. Se estima un incremento en el TDPA, de 5,610 a 15,000 vehículos, que se distribuirán entre el libramiento y la vía actual, esto debido a que se prevé el crecimiento poblacional, motivado por el desarrollo urbano y turístico municipal, y la entrada en operación del aeropuerto de la Riviera Maya. Por otro lado, también los usuarios que se muevan a través de la carretera 307 transportando personas y mercancías, entre las ciudades localizadas sobre el eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa y que conecta con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso, así como con la frontera Sur, podrán utilizar esta vía sin necesidad de cruzar la zona urbana de Tulum, lo que reducirá los tiempos de traslado en un 30%	Perceptible

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Mantenimiento – Fauna silvestre	Las obras de mantenimiento incluyen la limpieza de las losas, que estará usando la fauna silvestre para cruzar de un lado a otro del trazo	Perceptible
Mantenimiento – Economía local	Los empleos que se generen para el mantenimiento del trazo, no tendrán repercusiones notables en la economía del SAR	No perceptible
Mantenimiento – Transporte	El mantenimiento permitirá que la vía este en uso constante durante su operación	Perceptible

V.4 Descripción de impactos ambientales

V.4.1 Interrelaciones identificadas como perceptibles se agrupan en impactos ambientales

Para la agrupación de interrelaciones, se decidió hacerlo con base en el factor ambiental al que están impactando, en el nombre del impacto se procuró describir la afectación que está recibiendo.

De las 16 interrelaciones que se identificaron provocaban un cambio perceptible en el SAR se obtuvieron 8 impactos que pueden o no ser relevantes (se evalúan más adelante en el punto V.3)

Calidad del Aire

La calidad del aire tiene 2 interrelaciones que se consideraron perceptibles y 2 más que son no perceptibles a escala del SAR. La perceptibles fueron a) Nivelaciones – Calidad del aire y b) Construcción del cuerpo del terraplén – Calidad del aire; en ambos se da, sobre todo, por la incorporación de partículas suspendidas a la atmósfera por el movimiento de material pétreo y las emisiones de la mezcla asfáltica durante la pavimentación del cuerpo del terraplén, por lo que la definición del impacto quedará como:

Impacto 1:

Incorporación de partículas suspendidas por movimiento de materiales pétreos durante la construcción del trazo.

Cuerpos superficiales de agua

De 2 interrelaciones identificadas para los cuerpos superficiales de agua, ninguna fue considerada como perceptible, debido sobre todo a un estudio geofísico que se realizará en la zona, el trazo se diseña de tal forma, que se encuentra a más de 100 m del espejo de agua y/o su vegetación asociada, por lo que no se espera afectaciones durante la preparación del sitio ni durante la construcción.

Para las zonas con inundaciones periódicas se diseñarán losas para evitar represamientos y/o interrumpir los flujos de agua, por lo que tampoco se espera cambios perceptibles en el SAR de sus zonas inundables.

Acuífero

El acuífero está incluido en 4 interrelaciones, de ellas 2 son perceptibles

a) Nivelaciones – Acuífero

b) Construcción del cuerpo del terraplén – Acuífero.

Ambas se deben a una reducción en la recarga del acuífero; como se había dicho anteriormente, las nivelaciones incluyen rellenos de hasta más de 1 m de alto.

Las nivelaciones en el caso del Libramiento a Tulum, será un relleno de por lo menos 1 m de alto sobre el terreno natural. Ese material será compactado, al 80% de su volumetría. Durante máximo seis meses el agua caerá sobre las bases, remojará el material y se evaporará en su gran mayoría. La superficie que quedará impermeabilizada durante ese periodo, en esa superficie se dejará de infiltrar en seis meses. Según el modelo de infiltración, si en el SAR se infiltra 5.8 Mm³, se dejaría de infiltrar en 55.59 Ha durante máximo 6 meses (hasta la colocación del pavimento, cunetas y lavaderos).

Otra modificación que se da en este rubro, es la pérdida de infiltración en el área entre la línea de ceros por la construcción del cuerpo del terraplén, esta pérdida empieza desde el desmonte, después durante las nivelaciones y es absoluta con la construcción de la carpeta asfáltica. Una vez que se dé el tendido de subrasante, bases y carpeta asfáltica, quedará una superficie impermeable, el agua que caiga en dicho sitio se evaporará cerca de un 30%, el resto escurrirá y tenderá a infiltrarse en los terrenos vecinos, esto es más dinámico una vez construidas las cunetas, contracunetas y lavaderos.

El volumen de agua, se dejará de infiltrar en el área que ocupe el cuerpo del terraplén, pero el agua que llueva sobre él, será llevada a las cunetas y de ahí a los lavaderos para su infiltración, por lo que la pérdida real en el volumen de infiltración en el SAR debido a la construcción del cuerpo del terraplén, se estimó sea de aproximadamente el 19% de los m³ actuales.

Por otro lado, existe un riesgo que el aceite que llegue a derramarse sobre la carpeta asfáltica, así como algún hidrocarburo (debido a fugas en los vehículos de los usuarios), terminen en el acuífero, sobre todo en las partes en que se cruza el relieve cársico denudatorio. Como se mencionó en el Capítulo IV, la capacidad del relieve denudatorio para absorber contaminantes es muy baja, porque el basamento es muy poroso y por su origen coralino, no presenta iones cargados, ni texturas finas de sus suelos como para tener un efecto de absorción y desnaturalización de contaminantes. Los tramos en que existiría un riesgo de contaminación al acuífero por derrame accidental de aceite o hidrocarburos son aquellos que corren en las zonas más permeables del relieve cársico denudatorio.

En el resto de los tramos, existe una acumulación de arcilla terra rossa, que es efectiva en la retención de contaminantes y tiene una fauna edáfica asociada que descompone los hidrocarburos, porque tiene la capacidad de romper los enlaces, dejando a estos contaminantes inocuos.

Además los metales pesados por sus valencias de 3 positivos, se unen covalentemente a las arcillas cargadas negativamente, comunes en el relieve acumulativo, por lo que el riesgo de que lleguen al acuífero es mínimo.

La alteración a la infiltración al manto y flujo laminar se agrupan en el siguiente impacto.

Impacto 2.

Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos.

Geoforma

La geoforma tiene 1 sola interrelación que muestra algún cambio, no obstante, este se consideró no perceptible a escala del SAR, la justificación fue: No habrá nivelaciones como tal porque toda la zona de desplante del proyecto tiene pendientes menores al 8% esto es, totalmente plano. En las nivelaciones se construirá el terraplén por encima del terreno natural en general en un 1 m de alto o hasta 2 m, dependiendo si es un área inundable (en cuyo caso se construirá sobre losas), por lo que la geoforma no sufrirá cambios. La dinámica de los relieves cárscicos acumulativo y denudatorio (las otras dos geoformas del SAR no se tocan con la obra), seguirán sin alteración, debido a que los flujos laminares que se dan sobre el basamento no se afectarán de forma alguna, porque como se mencionó no se considera ningún corte.

Suelo

El suelo recibe modificación de 2 interrelaciones, de ellas 1 es perceptible, debida al despalme.

El despalme se refiere precisamente al retiro del horizonte orgánico del suelo; En el caso de los leptosoles y gleysoles que se afectarán, se trata de suelos que tardaron décadas en formarse, debido a que la intemperización del basamento coralino del área y sobre todo el aporte de biomasa de las selvas, provoca que la Suelo.

El suelo recibe modificación de 2 interrelaciones, de ellas 1 es perceptible, debida al despalme. El despalme se refiere precisamente al retiro del horizonte orgánico del suelo; En el caso de los leptosoles y gleysoles que se afectarán, se trata de suelos que tardaron décadas en formarse, debido a que la intemperización del basamento coralino del área y sobre todo el aporte de biomasa de las selvas, provoca que la edafogénesis en la zona sea más lento (si se compara con casi todo el resto del país); por lo que, los suelos del SAR son más escasos, delgados y por lo tanto valorados.

Impacto 3.

Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén.

Vegetación forestal

La vegetación forestal tiene 2 interrelaciones que le provocan afectación, de ellas solo 1 se consideró perceptible y sucederá debido al desmonte, que contempla el retiro de vegetación forestal.

Durante el desmonte se perderán de forma definitiva árboles afectados que juntos generarán un volumen considerable de madera en unidades RTA (Rollo Total Árbol), que puede ser donado o aprovechado, ya que es madera útil.

Impacto 4

Pérdida de vegetación forestal durante el desmonte, incluye la afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Terrenos con uso agropecuario

Los terrenos agropecuarios reciben 1 interacción no perceptible y se refiere al movimiento de maquinaria fuera del derecho de vía, que llegará a compactar e inclusive afectar cosechas donde tenga sus maniobras; ambientalmente no tiene repercusiones importantes, pero las tiene socialmente, ya que los dueños del predio se sentirán agredidos por la incursión.

Los pastizales inducidos donde pasta el ganado, están compactos y no se consideró que el movimiento de la maquinaria fuera del derecho de vía, sea perceptible.

Zona urbana e infraestructura de transporte y su derecho de vía.

Este factor recibe tiene 2 interacciones, ambas no perceptibles.

Los ejidos y propietarios en general de los terrenos por donde pasará el libramiento y los entronques, están muy de acuerdo en tener esta vía; ellos tienen sus propias propuestas de trazo, para beneficiar a los más activos en el ejido; el anteproyecto no pasa exactamente por ninguna de sus propuestas aunque si cercano de algunas de ellas.

Aunque se prevé ciertos problemas en la liberación, como se da en la mayoría de las carreteras, no se espera que la oposición sea importante, ya que toda la región desea el libramiento.

Lo que se pague a los parcelarios de los ejidos para la liberación del derecho de vía no será perceptible a la escala de la economía del SAR ya que se beneficiará máximo a 250 personas.

Fauna silvestre

La fauna silvestre es el factor ambiental que más interrelaciones, que provocan modificación adversa tiene, ya que 4 actividades la dañaran y solo 1 será benéfica. Las 4 adversas fueron consideradas perceptibles a escala del SAR y la benéfica no perceptible.

El impacto de la construcción de la autopista o carretera sobre la fauna se presentará en cinco variantes principales:

- 1) Pérdida de hábitat debido a la preparación del sitio
- 2) Estancia de personal y maquinaria durante la construcción
- 3) El efecto barrera que es la restricción parcial o completa del tránsito de los animales en busca de recursos vitales (espacio, agua, alimento, cobertura, refugio, sitios reproductivos, entre otros), en el efecto barrera se incluye la interrupción temporal o permanente del flujo genético dentro y entre poblaciones causando deterioro en su variabilidad genética
- 4) Riesgo de atropellamiento
- 5) El efecto de borde que provoca toda carretera, en el que se incluye luces, ruido y un microclima diferenciado entre la carpeta asfáltica y los terrenos vecinos.

1) Pérdida de hábitat debido a la preparación del sitio (desmonte y despalme)

Durante el proceso de construcción diversos grupos de vertebrados del SAR podrían verse afectados, especies viven enterradas en el suelo durante la época de estiaje o escondidas entre los escombros de hojarasca y rocas, y muy posiblemente durante el despalme algunos individuos morirán al ser arrastrados por la maquinaria.

Otro grupo que potencialmente podría verse afectado por el desmonte, y despalme son los roedores, debido a que muchas de las especies de este grupo de mamíferos hacen sus nidos y madrigueras entre las rocas, hojarasca y en la base de los árboles.

En el caso de las aves, muy pocas se verían afectadas durante el despalme, ya que casi todas ellas son de desplazamiento rápido y puede huir ante cualquier disturbio.

Sin embargo, si en los árboles que se derriben existen nidos conteniendo huevos o polluelos, morirán durante esta actividad

2) Estancia de personal y maquinaria durante la construcción

Un factor que ha sido poco considerado y que puede generar un impacto fuerte sobre los hábitos reproductivos de los vertebrados, en especial los anfibios y algunos grupos de aves, es el aumento de los niveles de ruido, durante la construcción.

La mayoría de los anfibios se reúnen por la noche en los cuerpos de agua para vocalizar, ya sea en forma individual o grupal, con la finalidad de atraer a las hembras a los sitios de reproducción.

El aumento en los niveles de ruido provoca que los cantos reproductivos se opaquen o disminuyan de intensidad y con ello modificar la fenología reproductiva de las especies, las partes de la carretera donde podría tener mayor efecto son las zonas inundables.

Este factor se potencializa sobre todo en las zonas abiertas o sin cobertura vegetal arbórea donde el ruido recorre mayor.

El otro grupo que podría verse afectado por el ruido durante la construcción de la carretera dentro del SAR son las aves. Dentro de su etología muchas especies producen sonidos para delimitar su territorio, llamar a sus crías o padres y sonidos de alarma. Ruidos con altos decibeles constituyen disturbios entre la comunicación de las aves. Diversos estudios han documentado (Bonilla, 2006; Van der Zande *et al.* 1980 y Rheindt, F.E. 2003), la existencia de bajas densidades de aves en zonas abiertas cuando el umbral de ruido excedía de 50 dB, mientras que en hábitats boscosos este umbral era de solamente 40 dB.

Aunque es poco considerado, es un hecho que la presencia y las actividades del personal asociadas a la apertura y despalme de caminos nuevos, tiene un efecto importante sobre algunas especies. Durante la construcción, el personal permanece y se alimenta durante las horas de luz, por días o semanas dentro del trazo carretero, algunos individuos utilizan la fauna silvestre como complemento nutricional, para ello cazan reptiles, aves y mamíferos, sobre todo aquellas que son utilizadas tradicionalmente en sus zonas de origen.

3) El efecto barrera, que es la restricción parcial o completa del tránsito de los animales en busca de recursos vitales (espacio, agua, alimento, cobertura, refugio, sitios reproductivos, entre otros), se incluye también la interrupción temporal o permanente del flujo genético dentro y entre poblaciones causando deterioro en su variabilidad genética.

Los cortes y rellenos modifican el relieve local durante la construcción de la carretera y el funcionamiento del terraplén y circulación vehicular dentro del SAR, provocará un efecto barrera para muchas especies de vertebrados. En este caso afectará aquellas especies de hábitos ecológicos muy restringidos y poco vágiles, que solo pueden vivir dentro de las condiciones microambientales de hábitats bien conservados. Entonces al tener las carreteras otras condiciones microambientales, serán barreras imposibles de cruzar, aislando a las poblaciones y no permitiendo el flujo genético entre ambos lados de la cinta asfáltica. Un conjunto muy susceptible al aislamiento y fragmentación son aquellas poblaciones de hábitos fosoriales y de lento desplazamiento.

Otro gremio que se verá fuertemente afectado por el efecto de barrera son las especies con hábitos estrictamente arborícolas, estos vertebrados rara vez bajan al suelo y las carreteras al cortar el estrato arbóreo generan barreras casi infranqueables. El ejemplo típico es el grupo de los primates, estas especies realizan movimientos dentro las selvas para procurarse su alimento y sitios de refugio, pero solamente se desplazan sobre el dosel de las selvas. La falta de continuidad generará entonces subpoblaciones y poco flujo genético entre éstas, siendo necesario establecer medidas de mitigación que tengan como objetivo conformar corredores o ligas entre el dosel de ambos lados de la carretera. Otros mamíferos que son casi exclusivamente arborícolas y que también se verían afectados, aunque menos grado, son las ardillas y el oso hormiguero.

Asimismo, dentro del grupo de los reptiles que se distribuyen dentro del SAR son casi exclusivamente de hábitos arborícolas, y serían afectadas por la falta de continuidad del estrato arbóreo y sotobosque por la construcción y funcionamiento de la carretera.

Un caso aparte son las especies de desplazamiento amplio, este grupo generalmente está conformado por vertebrados muy activos y vágiles, que aparentemente no tendrían problemas con cruzar los 15 metros del ancho del área entre cerros, sin embargo, la mayoría de ellos están adaptados para confundirse o mimetizarse entre las sombras y claros que forma el sotobosque.

Por lo tanto, prefieren evitar cruzar las carreteras o lo hacen con poca frecuencia y extrema precaución, al menos durante los primeros años de funcionamiento de la vía vehicular, por consiguiente hay un efecto de barrera para estos grupos.

Este efecto de barrera disminuye el ámbito hogareño y el flujo genético entre las especies mencionada. Además, debido a su comportamiento y a su necesidad de desplazamiento entre el paisaje del SAR tiene alta probabilidad de ser atropellados y ser afectados en sus tamaños poblaciones a través de los años.

Por otra parte, durante la nivelación y estando ya en operación la autopista, la cinta asfáltica en sí y el tráfico vehicular son fuerzas de impacto importante y agentes que puede reducir las poblaciones de fauna silvestre. Muchos vertebrados migran del bosque a los sitios de reproducción, alimentación o refugio, y cuando la carretera se ubica entre estos dos hábitats pueden provocar miles de muertes.

Las especies de amplio desplazamiento atravesaran la cinta asfáltica, con frecuencia y durante esta actividad corren el riesgo de ser atropelladas. El atropellamiento de fauna es el impacto directo más fácil de reconocer en comparación con otros como el efecto barrera, deterioro del ecosistema y cambios en el comportamiento de los animales.

Por lo que por la operación del Libramiento a Tulum, se espera que tengan una afectación por atropellamiento de anfibios, reptiles y de mamíferos.

5) El efecto de borde que provoca toda carretera, en el que se incluye luces, ruido y un microclima diferenciado entre la carpeta asfáltica y los terrenos vecinos.

Durante la construcción y funcionamiento de una carretera, cuando esta atraviesa zonas de vegetación en buen estado de conservación, en menor o mayor grado se genera una fragmentación. Y una de las consecuencias más evidentes de la fragmentación de los sistemas de selvas son las consecuencias negativas o deletéreas del llamado Efecto de Borde, el cual se ha definido como: la zona de transición entre un hábitat bien conservado y uno o varios hábitats alterados o abiertos. Existen en términos generales tres tipos de efecto de borde sobre los hábitats:

Efecto abiótico, el cual involucra cambios en las condiciones medioambientales que resultan desde la proximidad a una matriz estructuralmente distinta. Los cambios microclimáticos son los efectos más evidentes de la fragmentación. Las características microclimáticas contrastantes producen un gradiente ambiental desde el borde hacia el interior del fragmento.

Generalmente la luminosidad, la evapotranspiración, la temperatura, la velocidad del viento disminuyen, mientras la humedad del suelo aumenta hacia el interior del fragmento. Este efecto de borde puede en algunos casos penetrar varias decenas de metros hacia el interior del hábitat conservado.

Efectos biológicos directos, los cuales involucran cambios en la abundancia y distribución de especies, causadas directamente por el cambio en las condiciones físicas cercanas al borde y determinado por la tolerancia fisiológica de las especies que se encuentren en dicho sector y.

Efectos biológicos indirectos, los cuales involucran cambios en la interacción de las especies, tal como el aumento en la depredación, competencia, herbivoría, polinización y dispersión de semillas.

En el caso de la Fauna silvestre del SAR, la construcción de la carretera y su funcionamiento tendrán un efecto de borde, sobre todo en especies pequeñas y de poca agilidad. Como es el caso de algunos reptiles y roedores de las selvas secas y húmedas del SAR.

Al cambiar las condiciones microambientales; aumento de la temperatura e insolación en las zonas de borde de las selvas hacia la carretera, se genera un cambio en los patrones de comportamiento o movimiento de los individuos (muchos reptiles dependen de la insolación y la temperatura para llevar a cabo sus procesos fisiológicos; digestión, movilidad, etc.), y es frecuente observar a varias especies de reptiles posados sobre la cinta asfáltica para termorregularse, aumentando con ello la probabilidad de atropellamiento de estos organismos.

Asimismo, como los bordes presentan condiciones más cercanas a zonas abiertas y perturbadas, muchas especies generalistas de mamíferos y aves medianas que tienen buenas capacidades para invadir y colonizar hábitat alterados son atraídas a los bordes y muchas de ellas son depredadoras de huevos o de pichones o parásitos de nidos, lo que reduce el éxito reproductivo de las especies del interior. Se tiene documentado (Reijnen *et al.*, 1997), que en los bordes aumentan las tasas de depredación de nidos de aves pequeñas, como los Trochiliformes (Colibríes), Passeriformes (chipes y víreos) y Columbiformes (tórtolas y palomas), grupos muy abundantes y bien representados en las selvas del SAR.

Por otra parte, el funcionamiento de la carretera también generará contaminación lumínica (luces de los vehículos), y contaminación acústica (ruido). Las luces de los vehículos transitando por la carretera podrán afectar a varias especies de animales de hábitos nocturnos, en los tramos en que el trazo cruza predios donde hay vegetación secundaria o carece de vegetación arbórea, la luz afecta tanto a los depredadores como a las presas, los hábitos nocturnos fueron resultado de un proceso evolutivo para evitar o disminuir la depredación, debido a que en la noche es más fácil confundirse entre el sotobosque y el dosel, la luz generada por los vehículos automotores aumentarán la probabilidad, en las áreas de borde, de que las presas sean localizadas. Sin embargo, los depredadores al tener adaptaciones para la visión nocturna pueden ser momentáneamente cegados por el exceso de luz producidos por los vehículos que pasan por la carretera y permitir que las presas escapen. Además, al ser cegados por la iluminación directa, la mayoría de los mamíferos se quedan estáticos, comportamiento que aumenta las probabilidades de morir atropellados por la noche.

A este respecto, es importante señalar que también para los grandes felinos como el Jaguar (*Panthera onca*) y el Puma (*Felis concolor*), la luz de los automóviles les podrá generar ceguera y desorientación temporal contribuyendo al atropellamiento vehicular de algunos individuos.

La contaminación por ruido ocasionara estrés en varios grupos de vertebrados del SAR, generando efectos metabólicos, hormonales y conductuales negativos. Un caso en específico son los efectos de altos niveles de ruido en los hábitos reproductivos de los Anuros (ranas).

La mayoría de los anfibios se reúnen por la noche en los cuerpos de agua para vocalizar, ya sea en forma individual o grupal, con la finalidad de atraer a las hembras a los sitios de reproducción. El aumento en los niveles de ruido provoca que los cantos reproductivos se opaquen o disminuyan de intensidad y con ello modificar la fenología reproductiva de las especies a largo plazo.

Impacto 5.

Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre.

Paisaje

El paisaje será alterado por 3 actividades, las 3 interrelaciones se consideraron perceptibles.

En todo caso la afectación al paisaje se da en 2 sentidos, el primero es visual ya que, desde el desmonte, pasando por nivelaciones y terminando con el resto de las obras de construcción, se creará una línea de ruptura del paisaje a lo largo de las geoformas y usos del suelo por los que cruza el trazo, esta línea de ruptura será permanente y visible desde fotos aéreas y satelitales. No así sobre otros sitios de la región debido a que el terreno es relativamente plano y la visibilidad donde hay selva bastante corta.

La segunda afectación al paisaje se debe a la disposición del material de desperdicio, lo primero, serán el producto de desmonte de volumen no maderable (ya que el maderable siempre es aprovechable y se donará).

No habrá material de desperdicio durante las nivelaciones porque solo se subirá el nivel del terraplén por encima de la subrasante en 1.5 m aproximadamente.

Si el material de desperdicio solo es acamellonado o dispuesto en alguna de las cavernas, se daría una alteración de los ciclos biogeoquímicos del lugar, además de pérdida de hábitat en la superficie de disposición y hasta donde llegará el material; sin contar con la contaminación del agua en caso de disponerse en algún arroyo.

Además de los residuos pétreos o de origen orgánico, están los residuos procedentes del manejo de combustibles, del mantenimiento menor y del manejo de maquinaria; si estos no se disponen de forma adecuada, pueden terminar en el derecho de vía o abandonados una vez terminada la obra.

Otro riesgo al paisaje y sus componentes sería durante la circulación, debido a los accidentes de los automotores que podrían salirse y afectar la vegetación circundante o cuerpos de agua, o accidentes con automotores que transporten materiales contaminantes como podría ser gas LP, combustibles o materiales peligrosos varios; un vertido podría afectar el hábitat aledaño donde cayeran e inclusive llegar a escurrimientos superficiales y en el peor de los casos al manto freático, este impacto aunque no es muy probable, puede suceder y debe considerarse.

Impacto 6.

Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos.

Economía local

La economía local, tiene 9 interrelaciones positivas, no obstante solo 1 se consideró significativa a escala del SAR, ya que aunque se contratarán mil personas para la construcción del trazo, esto no es perceptible en la economía del SAR, ya que dependen de actividades de mayor envergadura que vienen gestándose hace años y que conforman el escenario tendencial sin y con proyecto.

La economía local se verá beneficiada por el proyecto al contar con vías más ágiles para el desarrollo de actividades turísticas, ya que el libramiento contará con un tres entronques que comunicará la Riviera Maya y repartirá el tránsito (se prevé un incremento de 5,610 a 15,000 vehículos), entre el libramiento y la ruta actual.

El libramiento podría potencializar actividades económicas en torno al trazo, principalmente servicios a transportistas. De aplicarse el OET Cancún – Tulum, el desarrollo habitacional sería moderado ya que sólo se permite una vivienda por hectárea, aunque si se beneficiará sensiblemente la zona por el ecoturismo, por la gran cantidad de cenotes y cavernas que hay en el área. El impacto económico del trazo es local por el ecoturismo y regional porque podrá ser usado por quienes transiten sobre el eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa, así como con la frontera Sur. El beneficio de la población local al liberarse la vía actual se trata en la siguiente interacción, ya que el impacto será sobre el tránsito en la zona urbana y turística de Tulum.

Impacto 7.

Mejora en la economía local del municipio de Tulum por la operación del trazo.

Transporte

El transporte también tiene 2 interacciones perceptibles, por la vía en operación y su mantenimiento, que permitirá funcione todo el tiempo en óptimas condiciones.

La operación del trazo permitirá la agilización del tránsito en la zona urbana de Tulum ya que los vehículos de transporte pesado dejarán de circular por el interior de la ciudad, también se desviarán aquellos que no tengan como destino final dicha localidad, lo que favorecerá el desplazamiento del turismo en la zona urbana de Tulum. Se estima un incremento en el TDPA, de 5,610 a 15,000 vehículos, que se distribuirán entre el libramiento y la vía actual, esto debido a que se prevé el crecimiento poblacional, motivado por el desarrollo urbano y turístico municipal, y la entrada en operación del aeropuerto de la Riviera Maya. Por otro lado, también los usuarios que se muevan a través de la carretera 307 transportando personas y mercancías, entre las ciudades localizadas sobre el eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa y que conecta con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso, así como con la frontera Sur, podrán utilizar esta vía sin necesidad de cruzar la zona urbana de Tulum, lo que reducirá los tiempos de traslado en 30%.

Impacto 8.

Agilización del transporte a través del eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa; conexión con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso y con la frontera Sur, a través de la redistribución del tránsito local, turístico y foráneo.

V.5 Descripción del método de valoración de impactos ambientales, diferenciación de impactos significativos de los no significativos; descripción de los impactos en cuanto a su magnitud, duración, permanencia, extensión, sinergia e interés

V.5.1 Metodología seguida para la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales

Se utilizó un método de evaluación multicriterio que consiste en convertir la descripción cualitativa de los criterios determinados (cualidad, magnitud, duración, etc.) a valores numéricos y luego de integrar esos valores en un indicador que permita discriminar los impactos perceptibles (Tabla V.3). Para asignar valores numéricos (previa consulta a expertos).

Debe señalarse que la relación entre valores y descripción tiene el doble propósito de facilitar la diferenciación en el grado y realizar las operaciones matemáticas para calcular un valor numérico al impacto, que tome en cuenta los criterios considerados.

Tabla 3 Asignación de valores numéricos a las relaciones actividad - factor consideradas cualitativamente como perceptibles

Magnitud Descripción	Valor	Duración / Descripción	Valor	Extensión / Descripción	Valor
Muy bajo (solo una interacción)	1	Por semanas	1	Hasta 1% del SAR sin zonas conservadas	1
Por meses	2	Por meses	2	Más de 2% del SAR y menos de 0.05% de zonas muy conservadas	2
Moderado (tres interrelaciones)	4	Por Años	4	Más de 2% del SAR y menos de 1% de zonas conservadas	4

Alto (cuatro interrelaciones)	7	Por decadas	7	Más de 5% del SAR y menos de 2% de zonas conservadas	7	
Muy alto (más de 5 interrelaciones)	9	Más tiempo	9	Más de 2% de zonas conservadas del SAR	9	
Interés / Descripción	Valor	Contexto / Descripción		Valor	Sinergia / Descripción	Valor
Ausente	1	100% en sitios perturbados		0.8	No detectada	1
Pocas personas	2	Hasta 80% en sitios perturbados		1	Acumulación	1.1
Centenares	4	Más del 20% en sitios conservados		1.1	Sinergia	1.3
Miles	7	Más de 40% en sitios conservados y menos de 20% en ANP o muy conservadas		1.3		
Generalizado	9	Más de 20% en ANP o zonas muy conservadas		1.5		

El indicador se calculó mediante la multiplicación de importancia (i), sinergia (s) y contexto (c). Los valores de sinergia y contexto se asignan como se explica en la Tabla V.5. La importancia del impacto se calcula dividiendo entre nueve la raíz cuarta del producto de los valores numéricos de los criterios magnitud, duración, extensión e interés. Al extraer la raíz cuarta del producto de los valores de magnitud, duración, extensión e interés, se calcula la media geométrica, que es una medida de tendencia central 2.

Al dividir entre nueve, que es el máximo posible (en el caso de que todos los criterios tuvieran un valor de nueve), los valores de importancia se acotan entre cero y uno. Contexto y sinergia, por su parte, actúan como factores que crecen o decrecen el valor calculado para la importancia.

A partir de lo anterior, en la Tabla V.5, se expresa la evaluación de los impactos, mismos que se clasificaron en cuatro grupos, de acuerdo al valor del indicador. En el primer grupo se unen los impactos no relevantes, lo que permite concentrar la atención en el análisis de los relevantes, lo que es congruente con lo que solicita el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, como se señaló en el Capítulo III.

Tabla 4 Valores límite del indicador de impacto

Intervalo	Categoría	Relevancia
menor de 0.400	Bajo	No significativo
0.401 a 0.600	Moderado	Significativo
0.601 a 0.800	Alto	Significativo
mayor de 0.801	Muy alto	Significativo

V.5.2 Evaluación de los impactos y detección de los relevantes

A continuación, los impactos se describen bajo cinco criterios, que son: cualidad (si es adverso o benéfico para los procesos del medio natural y social en el SAR), intensidad o magnitud (que tan notable es su efecto para el o los factores ambientales involucrados), extensión geográfica (la proporción y calidad de la superficie del SAR en donde serán evidentes los efectos), duración (el orden de magnitud del periodo en el que el sistema podría reponerse de dicho impacto, si cesaran las causas que lo originan, o bien, el orden de magnitud que el proyecto generará), y acumulación, este último criterio se relaciona con la ocurrencia en el SAR de otras fuentes de perturbación cuyos efectos podrían actuar de manera conjunta con los impactos que el proyecto originará.

La acumulación y la sinergia se definen típicamente, como la generación de efectos aditivos (en el caso de acumulación), o de orden superior (en el caso de la sinergia).

Los resultados se presentan en la Tabla 6, una vez descritos, se les asigna el valor numérico indicado en Tabla 5 y se aplica el método con lo que se identifica si el impacto es significativo o no (Tabla 6).

De acuerdo a la definición establecida por la fracción IX del Artículo 3º del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental, se considera Impacto ambiental significativo o relevante a aquel que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 5 Evaluación de Impactos

Impacto 1													
Impacto	Magnitud	Valor Magnitud	Duración	Valor duración	Extensión	Valor extensión	Interés	Valor Interés	Contexto	Valor Contexto	Sinergia	Valor Sinergia	Cualidad
Incorporación de partículas suspendidas por movimiento de materiales pétreos durante la construcción del trazo	Dos interrelaciones perceptibles	2	Su duración será semanas cuanto más, ya que se levantan los polvos y en menos de 24 h se precipitan de nuevo. Si es época de lluvias no hay generación de polvos	1	Será a lo largo del área entre línea de ceros y caminos de acceso, aunque se calcula que los polvos llegarán hasta a 4 veces el área entre ceros	7	Los polvos son muy molestos para las personas, pero estos se generarán lejos de las poblaciones, por lo que solo será importante para los propios trabajadores	2	La afectación será en su mayoría en sitios conservados y muy conservados, no en un 90.95% de su área de afectación	1.3	Este impacto es acumulativo a poca erosión eólica que tiene el SAR, ambos polvos se sumarán.	1.1	Adverso
Impacto 2													
Impacto	Magnitud	Valor Magnitud	Duración	Valor duración	Extensión	Valor extensión	Interés	Valor Interés	Contexto	Valor Contexto	Sinergia	Valor Sinergia	Cualidad
Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos	Dos interacciones perceptibles	2	Su duración será desde las nivelaciones hasta que se termine la construcción del cuerpo del terraplén y se construyan las obras que desagüen la carretera y permitan la infiltración por medio de las cunetas y desagüe en los lavaderos; el riesgo de derrame será durante toda la operación del trazo	7	El cuerpo del terraplén sellará zonas consideradas permeables y muy permeables del SAR, se calcula una extensión de 55.59 Ha que corresponde al 0.11% del SAR de esta superficie más del 90% son áreas permeables y muy permeables consideradas muy conservadas en cuanto su permeabilidad	7	No hay interés porque la permeabilidad es alta en toda la península, y normalmente el agua que cae infiltra rápidamente, por lo que hay poco interés en la pérdida temporal de permeabilidad de 55.59 Ha, donde se dejarían de infiltrar el 0.0013% de lo que se infiltra actualmente en el SAR. No obstante, si hubiera un vertido de algún hidrocarburo, entonces si habría mucho interés por el riesgo de contaminación del acuífero	7	La afectación será principalmente en sitios conservados y muy conservados cuya infiltración y flujo laminar no ha sido afectada, en dichos sitios se dejaría de infiltrar el 0.0013% de lo que se infiltra actualmente en el SAR	1	En el SAR ha habido muy poca impermeabilización, que sería por el poblado Jacinto Pat, el área que entra de la zona urbana de Tulum, terracerías y carreteras únicamente, por lo que se consideró un impacto simple	1	Adverso
Impacto 3													
Impacto	Magnitud	Valor Magnitud	Duración	Valor duración	Extensión	Valor extensión	Interés	Valor Interés	Contexto	Valor Contexto	Sinergia	Valor Sinergia	Cualidad
Pérdida de suelo orgánico	interacción perceptible	1	Su duración será permanente, una vez	7	Será a lo largo del área entre la	7	Realmente a pocas personas les Interésa	2	La afectación será en sitios	1.3	El SAR no tiene problemas de erosión,	1	Adverso

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén			despalmado y nivelado no se recuperará el suelo en dicho sitio. No obstante, ese mismo suelo será usado para las obras de reforestación.		línea de ceros en zonas conservadas y muy conservadas que corresponden al 0.10% del SAR		la pérdida del suelo en áreas que ya están pagadas y serán propiedad de la federación en cuanto se libere el derecho de vía		muy conservados y conservados, en más del 90%		la pérdida de suelo ha sido muy puntual en los sitios desmontados, por lo que se consideró un impacto simple		
Impacto 4													
Impacto	Magnitud	Valor Magnitud	Duración	Valor duración	Extensión	Valor extensión	Interés	Valor Interés	Contexto	Valor Contexto	Sinergia	Valor Sinergia	Cualidad
. Pérdida de 39.606 Ha de vegetación forestal durante el desmonte, incluye la afectación de 7 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Interacción perceptible	1	Su duración será permanente, una vez despalmado y nivelado no volverá a tener cobertura vegetal	9	. Será en una superficie de considerable dentro del SAR, en zonas definidas como conservadas y muy conservadas	4	Los pobladores ven todo el tiempo el desmonte en sus regiones, por los crecimientos urbanos que son muy por encima de la media nacional, por lo que no se espera objeción por parte de ellos, no obstante ONG´s y universidades les Interésa mucho la conservación de las zonas boscosas	7	La afectación será en sitios conservados y muy conservados, hasta en el 90%	1.3	El SAR está perdiendo cobertura forestal, a una tasa muy por encima de la media nacional por el crecimiento urbano y servicios para el turismo; éstas se sumarán a la pérdida de vegetación forestal	1.3	Adverso
Impacto 5													
Impacto	Magnitud	Valor Magnitud	Duración	Valor duración	Extensión	Valor extensión	Interés	Valor Interés	Contexto	Valor Contexto	Sinergia	Valor Sinergia	Cualidad
Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre	. Se identificaron cuatro interrelaciones perceptibles	7	Su duración será por lo menos 5 años en que las comunidades faunísticas tienen un reacomodo y establecen nuevas rutas de movimiento, migran las más sensibles hacia el interior de la Selva conservada	4	Para la extensión se consideró todo el SAR ya que un cambio en la diversidad alfa provoca una modificación en la beta del SAR, aunque se mencionó que la gama no sufrirá cambios. También por modificación de rutas de movimientos se	9	Grupos académicos y ONG´s ambientalistas se preocupan por la fauna y sus rutas de movimiento; como es hábitat de especies carismáticas, también los turistas o los prestadores de servicios se Interésan por su conservación	7	Como se mencionó el contexto es todo el SAR que tiene el 90.95% de su superficie como muy conservado y conservado	1.3	Definitivamente este impacto es sinérgico, la modificación en la biodiversidad alfa de una localidad determinada, provoca modificación en la beta; se tienen que restablecer rutas de movimiento para la fauna. En el escenario tendencial del SAR al 2020 sin proyecto, se detectó pérdida de vegetación forestal debido al crecimiento de los poblados de Tulum y	1.3	Adverso

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

					consideró todo el SAR. El SAR tiene el 79.06% de su superficie como muy conservado, el 16.23% como conservado, y el 4.72% como muy perturbado						Jacinto Pat; áreas que son hábitats de fauna; entonces, aún sin proyecto, la fauna tendrá que tener un reacomodo específico y por tanto una variabilidad en su biodiversidad alfa y beta, el efecto barrera y borde del trazo y la perdida de vegetación forestal empeorará la situación		
Impacto 6													
Impacto	Magnitud	Valor Magnitud	Duración	Valor duración	Extensión	Valor extensión	Interés	Valor Interés	Contexto	Valor Contexto	Sinergia	Valor Sinergia	Cualidad
Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de materiales de desecho y productos potencialmente tóxicos	Tres interacciones perceptibles	4	Su duración será permanente en cuanto a la línea de ruptura que constituirá el cuerpo del terraplén y temporal considerando años para los desperdicios en sitios inadecuados	7	La extensión será del área entre la línea de ceros para la línea de ruptura y para desperdicios, se calculó un área extra de 40 m a cada lado del derecho de vía, dentro de las que se encuentran áreas conservadas y muy conservadas y que podrían verse afectadas. Se le asignó un valor de	9	Normalmente los desechos no son muy visibles y no se espera que haya tanta oposición como otras cuestiones, no obstante comunidades organizadas, ONG´s e instituciones académicas pueden oponerse a la disposición de desperdicios inadecuada	4	La línea de ruptura será en el área entre la línea de ceros y desperdicios afectando zonas conservadas y muy conservadas	1.3	No hay afectaciones al paisaje que se pretendan hacer por carreteras nuevas, esta es la única propuesta en el SAR, tampoco desperdicios pétreos de este tipo por lo que el impacto se consideró simple	1	Adverso
Impacto 7													
Impacto	Magnitud	Valor Magnitud	Duración	Valor duración	Extensión	Valor extensión	Interés	Valor Interés	Contexto	Valor Contexto	Sinergia	Valor Sinergia	Cualidad
Mejora en la economía local del municipio de Tulum por la	Interacción perceptible	1	Su duración será permanente siempre y cuando se le de el mantenimiento	9	La extensión será de por lo menos el 20% del SAR	9	Los pobladores del SAR y de Tulum en general están muy Interésados en la construcción del	7	La economía se beneficiará en el ejido de Jacinto Pat y en el de Tulum, lo que	1.1	Este impacto es sinérgico con la construcción del aeropuerto de la Riviera Maya y las vialidades	1.3	Benéfico

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

operación del trazo							libramiento a Tulum; consideran que estas obras potencializarán el desarrollo turístico de la región		abarca todo el SAR; aunque el crecimiento económico se notará más en las zonas muy perturbadas cercanas a la zona urbana de Tulum		planeadas por el municipio de Tulum		
Impacto 8													
Impacto	Magnitud	Valor Magnitud	Duración	Valor duración	Extensión	Valor extensión	Interés	Valor Interés	Contexto	Valor Contexto	Sinergia	Valor Sinergia	Cualidad
Agilización del transporte a través del eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa; conexión con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso y con la frontera Sur, a través de la redistribución del tránsito local, turístico y foráneo	Recibe dos interacciones perceptibles	2	Su duración será permanente toda vez que tenga un adecuado mantenimiento	9	La extensión será de todo el SAR y fuera de este, incluyendo sus zonas conservadas y perturbadas	9	Hay mucho interés de que esta obra se realice tanto por parte de gobiernos federales como locales, ya que por un lado reducirá el tránsito del área conurbada de Tulum; y agilizará la llegada al futuro aeropuerto de la Riviera Maya. En entrevistas la mayoría de los pobladores y turistas desean esta vía	9	El contexto incluye todo el SAR y fuera de este, por lo que los porcentajes se asignan de todo el SAR que tiene una dominancia de zonas muy conservadas, aunque no es el 100%	1.3	El efecto de su construcción será sinérgico debido a la reducción del tránsito al interior y agilizar movimientos aún afuera del SAR	1.3	Benéfico

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Una vez descrito cada uno de los impactos en cuanto su magnitud, duración extensión, interés, contexto y sinergia se aplicó el método planteado en el punto V.3.1, y se obtuvieron los resultados, de los 8 impactos descritos, 1 se consideró NO SIGNIFICATIVO porque quedó en la categoría de bajo, de los 7 restantes, 5 son adversos, 2 en la categoría de muy alto, 1 como alto y 2 como moderados y finalmente quedaron 2 impactos benéficos significativos en la categoría de alto y de muy alto respectivamente (Tabla V.5).

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 6 Evaluación cuantitativa de los impactos ambientales e identificación de impactos relevantes o significativos

Impacto	Magnitud	Duración	Extensión	Interés	Importancia	Contexto	Sinergia	Indicador	Categoría	Relevante	
Impacto 1	Incorporación de partículas suspendidas por movimiento de materiales pétreos durante la construcción del trazo	2	1	7	2	0.256	1.3	1.1	0.366	Bajo	No Relevante
Impacto 2	Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos	2	7	7	7	0.569	1.3	1	0.740	Moderado	Relevante
Impacto 3	Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén	1	7	7	2	0.35	1.3	1	0.455	Moderado	Relevante
Impacto 4	Pérdida de vegetación forestal durante el desmonte, incluye la afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	1	9	4	7	0.443	1.3	1.3	0.749	Alto	Relevante
Impacto 5	Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre	7	4	9	7	0.72	1.3	1.3	1.217	Muy alto	Relevante
Impacto 6	Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos.	4	7	9	4	0.626	1.3	1	0.814	Muy alto	Relevante
Impacto 7	Mejora en la economía local del municipio de Tulum por la operación del trazo.	1	9	9	7	0.542	1.1	1.3	0.775	Alto	Relevante
Impacto 8	Agilización del transporte a través del eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa; conexión con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso y con la frontera Sur, a través de la redistribución del tránsito local, turístico y foráneo	2	9	9	9	0.687	1.3	1.3	1.161	Muy alto	Relevante

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Fueron 7 impactos que resultaron RELEVANTES.

De los impactos adversos muy altos fueron: Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre; y el Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos.

Adversos alto fue: Impacto 4. Pérdida de vegetación forestal durante el desmonte, incluye la afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Adversos moderados fueron: Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos; e Impacto 3. Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén.

Hubo dos impactos benéficos Uno muy alto: Impacto 8. Agilización del transporte a través del eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa; conexión con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso y con la frontera Sur, a través de la redistribución del tránsito local, turístico y foráneo; y uno alto: Impacto 7. Mejora en la economía local del municipio de Tulum por la operación del trazo.

El impacto que resultó no significativo solo fue uno: Impacto 1. Incorporación de partículas suspendidas por movimiento de materiales pétreos durante la construcción del trazo.

V.6 Escenario ambiental tendencial modificado por el proyecto

V.6.1 Identificación de impactos acumulativos y sinérgicos del SAR con el proyecto (los residuales del SAR se presentan en Capítulo VI)

El concepto impacto definido en el artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, Fracción IX, describe: "Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales"; el análisis de este concepto, nos da como resultado, que los cambios en el SAR provocados por la sinergia del proyecto, se le suman los impactos que se consideraron significativos por la preparación, construcción y operación del trazo, de lo que derivan los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales del SAR, el comparativo se presenta en la Tabla V.6.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Aunque estos serían los impactos más sobresalientes o significativos, esto no quiere decir que se vería afectada la estructura, función y composición de la biodiversidad que soporta el SAR donde se pretende llevar a cabo el proyecto, es decir, que para que cumpla dicho precepto se tomará siempre en cuenta las interacciones de entrada y salida del flujo de energía del ambiente ecológico, así como la dimensión de dichos efectos con respecto al SAR. Como impactos benéficos significativos se identificaron aquellos que se producen principalmente en la etapa de construcción y que inciden (la mayoría de ellos) en la economía regional.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 7 Descripción de los impactos del SAR integrando los ocasionados o agravados por el proyecto

Factor Ambiental	Escenario tendencial a 15 años sin proyecto	Escenario tendencial al 2025 con proyecto
Socioeconómico	<p>Se estima que para el 2025 la tasa de crecimiento se habrá estabilizado en 7.9%.</p> <p>Para 2025 aumentarán las hectáreas dedicadas a asentamientos humanos a 910.91 Ha; la superficie dedicada a fraccionamientos será de 1,662.73 Ha y la suma de asentamientos humanos e infraestructura será de 4,948.51 Ha. Dentro de un escenario moderado la población en el SAR se incrementará en 1,812 habitantes.</p> <p>Las tasas migratorias se mantendrán alrededor del 30% de acuerdo a CONAPO.</p> <p>Con la entrada en función del aeropuerto de la Riviera Maya y el desarrollo de la infraestructura turística, las actividades del sector terciario se mantendrán como la principal actividad económica en el SAR.</p> <p>El crecimiento de la población del SAR demandará, especialmente para Tulum, mejores vías de comunicación y vivienda tanto del orden vacacional, como para la clase trabajadora del sector turístico y de servicios que se requerirá para atender al turismo. También la dotación de servicios como agua, energía eléctrica, drenaje y urbanización.</p> <p>El crecimiento urbano estará especialmente influenciado por el aumento de la atracción de inversiones turísticas y el incremento, de manera significativa, del ecoturismo, ligado a una política para su captación.</p>	<p>Impacto 8. Agilización del transporte a través del eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa; conexión con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso y con la frontera Sur, a través de la redistribución del tránsito local, turístico y foráneo. Es sinérgico.</p> <p>Se estima que la tasa de crecimiento se estabilizará en 7.9% manteniéndose muy por encima de la tasa estatal y nacional, se incrementarán las hectáreas dedicadas a los asentamientos humanos y servicios, de manera moderada, en tanto no haya modificaciones al OET regional y Plan de Desarrollo Municipal o se decrete un ordenamiento local.</p> <p>Con la entrada en función del aeropuerto y el libramiento se incrementará la actividad económica turística y de servicios. Por lo que se estima que se construirá mayor infraestructura turística y de servicios.</p> <p>Habrà una modificación importante en las vías de comunicación; la cabecera municipal se verá liberada de vehículos que no tienen como destino final esa ciudad y con ello dará paso a recibir de manera más cómoda al turismo nacional e internacional que visita ese destino.</p>
Uso de suelo y vegetación	<p>El escenario tendencial que se espera para el 2025 sin considerar el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET), documento que no es de acceso público en el sitio web del municipio de Tulum, se tiene que:</p> <p>Para el 2025, se espera en promedio un 15% de decremento de la superficie vegetada, debido, entre otros, al aumento de la superficie de uso de suelo urbano.</p> <p>La Selva mediana subcaducifolia, que tiene la mayor superficie del SAR, disminuirá en 2,560 hectáreas del 2009 al 2025. La Selva mediana subperennifolia, tendrá un decremento de 1,906 hectáreas, en el mismo período.</p> <p>La Selva baja caducifolia, es la que tendrá la mayor afectación, en proporción con la superficie que cubre en el SAR. De las 7,487 hectáreas que se reportan para el 2009, en 15 años, habrá cambio de uso de suelo en 828 hectáreas.</p> <p>El Manglar y tular no se verán afectados en sus superficies. Las áreas agropecuarias disminuirán en 22 hectáreas. Los acahuals en 15 años aumentarán en 494 hectáreas, teniendo un total de 1,212 hectáreas de vegetación secundaria en el SAR.</p> <p>El crecimiento de los asentamientos humanos y fraccionamientos e infraestructura mixtas, incrementarán su superficie a 3,894 hectáreas, en 15 años.</p> <p>La superficie de las áreas sin vegetación aparente, se incrementarán en 712 hectáreas, respecto al 2009.</p> <p>Las áreas de extracción identificadas en el SAR, aumentarán 242 hectáreas en 15 años.</p> <p>La superficie que tienen los caminos, carreteras pavimentadas y el derecho de vía de la CFE, tendrán un decremento al 2025 de 18.89 hectáreas.</p>	<p>Impacto 4 Pérdida de vegetación forestal durante el desmonte, incluye la afectación de especies incluidas en la NOM-059SEMARNAT-2010.</p> <p>Este impacto es acumulativo con el cambio de uso del suelo tendencial del SAR.</p> <p>Durante el desmonte se perderán de forma definitiva árboles que juntos generarán un volumen considerable de madera en unidades RTA.</p>
Fijación de Carbono	<p>La fijación de carbono en el SAR para el 2025, será de 9,483,081 toneladas de carbono en 42,479 hectáreas de selva, lo que corresponden a un decremento de fijación del orden del 9 % respecto al 2009.</p>	<p>Impacto 4 Pérdida de vegetación forestal durante el desmonte, que incluye la afectación de algunas especies incluidas en la NOM-059SEMARNAT-2010</p> <p>Es acumulativo con la fijación de carbono.</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

		Se espera un decremento en la fijación de Carbono del orden del 0.15% extras de lo señalado en el escenario tendencial sin proyecto.
Fauna silvestre	<p>La tendencia hacia el 2025 apunta a una disminución en la diversidad alfa, beta y gama, aunque el orden de magnitud es variable y difícil de cuantificar debido a los efectos acumulativos del desarrollo turístico que a gran escala se darán alrededor del SAR. En este contexto es importante recordar que a diferencia de la vegetación, la fauna es móvil y no responde a las fronteras geopolíticas o de planeación generadas por el hombre (como el polígono del SAR).</p> <p>El efecto de la reducción del hábitat en un 16% en promedio (más de 5,000 Ha de selvas y 45 Ha de humedales), si bien, se puede considerar moderado, en realidad se magnifica por la forma en que se distribuyen, conformándose barreras a lo largo de las carreteras, tanto en la Tulum - Coba como en la Cancún - Chetumal, reduciendo el flujo / desplazamiento de un gran número de especies de fauna silvestre. A la par, con el crecimiento de la zona urbana se favorecerá la proliferación de especies generalistas que se adaptan muy bien a la perturbación. En el caso del jaguar, se estima que el número actual de individuos oscila entre 15 y 20 en el SAR, se reduzca por pérdida de hábitat y por la disminución en la abundancia de sus presas, lo cual resultará en un número final oscilante entre 11 y 16 animales.</p>	<p>Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre. Es sinérgico</p> <p>La pérdida de hábitat para la fauna a 25 años con el proyecto se traduce en la reducción de sitios de crianza y alimentación para un gran variedad de vertebrados, esto se debe al incremento de las comunidades humanas sobre áreas de selva, lo que da como resultado una pérdida de más de 5,600 ha limitando la distribución de una gran variedad de especies, particularmente aquellas de hábitos específicos como el jaguar, el puma, el ocelote, el pecarí, el venado y muchas especies más. La fragmentación de las rutas de dispersión obligara a estas especies a buscar nuevos sitios de crianza y alimentación lo que modificara la estructura y la dinámica de la diversidad a escala local, por la pérdida de diversidad alfa y reacomodo de la diversidad beta. En el caso de especies de talla grande como el venado, el pecarí y el jaguar se refugiaran principalmente hacia la porción Suroeste del SAR, estos sitios son los que menos impactos presentaran en los próximos años debido a la falta de accesos y servicios, en este caso, se podrá ver un impacto benéfico en la población de estos felinos, ya que la presencia de mas presas permitirá que exista un mayor intercambio genético entre las poblaciones de estos, habrá un aumento en sus números hasta de un 25%. En el caso de las especies generalistas también se observara un incremento en las poblaciones hacia los limites de los asentamientos humanos, esto se debe a que habrá una mayor cantidad de recursos disponibles (por el mal manejo de recursos sólidos), así como animales de traspatio que inducirán a especies generalistas carnívoras a llegar a la zona, este tipo de conductas atraerá a especies carnívoras especialistas de talla mediana, como el ocelote y el tigrillo (<i>Leopardus wiedii</i> y <i>L. pardales</i>), especies incluidas en la NOM 059-SEMARNAT-2001, que verán beneficiadas sus poblaciones por la presencia de este tipo de organismos. en lo que refiere a la diversidad de especies sobre el trazo del proyecto, estas se irán alejando de la región de manera paulatina, esto debido a que la presencia de ruido y luces, que generaran un efecto barrera que se extenderá 300 m hacia el interior de los ecosistemas, ahuyentará a los organismos más sensibles de esa zona dejando a aquellos que son capaces de soportar dichas interacciones, estos factores (luces, ruido en la zona del proyecto), modificara la estructura de la diversidad alfa en un 38%, durante la etapa de operación del proyecto.</p>
Suelo	<p>Para el 2025 se espera un incremento de hasta 7.34 ton/(Ha*año) en promedio, equivalente a 372,134.4 ton/año. Lo anterior significa un aumento del 8% en el mencionado período de tiempo. Se espera una disminución de la superficie de zonas de pastizales y potreros que se recuperarán hasta conformar vegetación secundaria, lo anterior, en las cercanías de la Laguna Madera y al Sur del actual basurero municipal (Sur de la carretera Tulum-Coba). Estas áreas se localizan en la nanocuenca Captación Centro, al Poniente de la carretera Chetumal - Cancún, al Oriente de la Laguna La Unión y al Sur del pueblo de Tulum.</p>	<p>Impacto 3.- Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén. Es acumulativo. Por el despalme se perderá un volumen de suelo. La erodabilidad total del SAR aumentará en el SAR en el escenario tendencial sin proyecto.</p>
Infiltración	<p>Para el 2025 se espera una recarga promedio de 8.7 mm/año en todo el SAR (4.4 Mm3). Esta disminución en la recarga constituye una pérdida de 24%, es decir, 1.4 Mm3 por año. Las</p>	<p>Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

	principales afectaciones dentro del SAR se darán alrededor de la nanocuenca Madera Sur, por el proyecto.	hidrocarburos. Es Acumulativo. En el 2020 en el SAR con proyecto se espera que se infiltre un volumen de 39,604,997 mm/año, lo que se traduce en una reducción de 33,557 mm/año, lo que corresponde al 0.08% de la recarga actual.
Escorrimento	El escurrimiento superficial al 2025 será del orden de 220 mm/año en promedio dentro del SAR, lo que significa un aumento de 54 mm/año o 32%. El volumen de escurrimiento esperado es de 111.5 Mm3. Las principales zonas que contribuirán al incremento del escurrimiento son el aeropuerto internacional de la Riviera Maya, que alimentaría a la nanocuenca Madera Sur; la zona Sur del Km 221 de la carretera Chetumal - Cancún que se ocuparía por asentamientos humanos y por último, la zona Sur del pueblo de Tulum, que crecería hacia el sistema de cuevas Ox Bel Ha y de los cenotes Barrier, Moonpod y Odissey. El aumento del escurrimiento se deberá al incremento en la superficie de suelos desnudos o desprovistos de vegetación, como los despalmes para fraccionamientos o las mismas construcciones de asentamientos humanos y desarrollos turísticos.	Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos. Es Acumulativo. Se espera un volumen de escurrimientos en el SAR con proyecto para el 2025 de 220.1 mm/año, equivalentes a 112.0 Mm3, lo que significa un aumento de 0.045% con respecto a la tendencia sin proyecto en mm/año. Lo anterior debido a la impermeabilización, que significa la disposición de la carpeta asfáltica sobre el terreno natural actual, y a los despalmes pronosticados en la localidad Tres Hermanos y en los alrededores del subsistema de cuevas Sac Actun – Dos Ojos (Mil Columnas, Dos Palmas, Dos Ojos, Tikimich y Mott Mott). Con respecto a lo que escurre actualmente, habría un aumento de 32.6%. Estas zonas de escurrimiento están comprendidas dentro de las nanocuevas Car Wash Norte y Nohoch Na Chich respectivamente. El escurrimiento que aumenta es proporcional a lo que se reduce en infiltración.
Diagnóstico	Las zonas muy perturbadas ocuparán un área de 8,094.45 Ha (se ganaron 5,702.65 Ha), lo que corresponde al 15.97% del SAR (en 2009 ocupaban el 4.72%, lo que representa un incremento dramático). Las zonas conservadas ocuparán un área de 7,323.63 Ha (se perdieron 904.15 Ha), lo que corresponde al 14.44% del SAR (en 2009 ocupaban el 16.23%). Las zonas muy conservadas ocuparán un área de 35,282.22 Ha (se perdieron 4,798.50 Ha), lo que corresponde al 69.59% del SAR (en 2009 ocupaban el 74.05%).	Las zonas muy perturbadas ocuparán un área de 8,698.67 Ha; las zonas conservadas ocuparán un área de 34,812.25 Ha; y las zonas muy conservadas ocuparán un área de 7,189.38 Ha. Se espera que al realizar el proyecto una variación con respecto al escenario tendencial sin proyecto, las áreas conservadas y frágiles, perderán un 1.87%, mientras que las muy conservadas y muy frágiles un 1.35% de su superficie, con respecto al escenario tendencial sin proyecto.

De acuerdo con el análisis realizado en este capítulo, se aprecia que la mayoría de los impactos adversos que se podrían generar en las diferentes etapas del proyecto, del libramiento Tulum, con una longitud de 26.0 km, que incluye tres entronques a desnivel, en el estado de Quintana Roo, son mitigables. Conforme a lo resultante en la matriz de evaluación de impactos y en el análisis de estos, se observa que los impactos benéficos son mayores que los negativos, influyendo los primeros principalmente en la economía regional y en los aspectos sociales durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Por lo anterior, el proyecto a efectuarse se considera ecológicamente viable, siempre y cuando se apliquen las medidas de prevención, compensación y mitigación aplicables en tiempo y forma durante la ejecución del proyecto.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

CONTENIDO

CAPÍTULO VI -----	1
ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL -----	1
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS -----	1
VI.2 COMPONENTES DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN -----	3
VI.3 MEDIDA DE MITIGACIÓN 1 -----	3
VI.3.1 <i>Lineamientos para el trazado y diseño de la obra en campo, así como, puntos que deberá cumplir la empresa constructora, su personal y la supervisión.</i> -----	3
VI.4 MEDIDA DE MITIGACIÓN 2. -----	15
VI.4.1 <i>Programa de protección y conservación de fauna</i> -----	15
Programa de inducción ambiental a los trabajadores-----	19
Programa de rescate y reubicación de fauna-----	22
El caso del jaguar (<i>Panthera onca</i>) y el mono araña (<i>Ateles geoffroyi</i>).-----	36
VI.5 MEDIDA DE MITIGACIÓN 3 -----	55
VI.5.1 <i>Programa de rescate y reubicación de flora</i> -----	55
VI.6 MEDIDA DE MITIGACIÓN 4 -----	62
VI.6.1 <i>Programa de conservación y restauración de suelos; y manejo de residuos derivados de la preparación del sitio y construcción.</i> -----	62
VI.7 MEDIDA DE MITIGACIÓN 5 -----	68
VI.7.1 <i>Construcción de pasos de fauna y cercado de la vía, para favorecer rutas de movimiento.</i> -----	68
Pasos inferiores para fauna de talla pequeña-----	72
Pasos inferiores para mamíferos de talla mediana y grande-----	74
Diseño de los Puentes-----	77
Pasos arbóreos para fauna arborícola-----	78
Seguimiento y Evaluación de la Efectividad de los Pasos de Fauna-----	82
Monitoreo de Pasos Para Anfibios, Reptiles y Pequeños Mamíferos-----	83
Monitoreo de pasos de fauna, de puentes y de pasos arbóreos-----	84
Integración y análisis de precios unitarios:-----	85
VI.8 MEDIDA DE MITIGACIÓN 6 -----	87
VI.9 PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES -----	87
VI.10 IMPACTOS RESIDUALES DEL SAR -----	108
VI.11 MONTOS PARA LLEVAR A CABO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA FINES DE AFIANZAMIENTO Y LICITACIÓN DE OBRAS -----	116
VI.12 CRONOGRAMA DE TRABAJO -----	117
VI.13 PROGRAMA DE MONITOREO -----	118

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Índice de Figuras

Figura 1 Áreas recomendables para liberación de ejemplares rescatados	24
Figura 2 Trampa tipo Tomahawk que además de servir para otros grupos es útil para capturas especies como los hocofaisanes y los pavos de monte con el cebo adecuado como granos de maíz, alimento para pollo o un poco de fruta picada	29
Figura 3 Trampa piramidal para especies de aves de hábitos terrestres (caminadoras) de talla pequeña.	29
Figura 4 Trampa Tomahawk para mamíferos medianos y grandes	34
Figura 5 Domador para sujetar especies medianas de mamíferos.....	35
Figura 6 Trampa tipo Sherman para roedores	37
Figura 7 Lagartija del género Anolis con distribución en la Península de Yucatán	40
Figura 8 Sistema de trampeo de tortugas dulceacuícolas (izq.) y <i>Kinosternon leucostomun</i> capturadas en las trampas (der.)	46
Figura 9 Trampas tipo cerca de desvío para la captura de anfibios y reptiles	47
Figura 10 Ejemplo de vivero rústico	60
Figura 11 Depósitos de agua para el sistema de riego.....	60
Figura 12 Iguana de roca (<i>Ctenosaura similis</i>) cruzando.....	70
Figura 13 Modelo general de los pasos inferiores para fauna de talla pequeña.....	73
Figura 14 Tipos de vallas asociados a los pasos de fauna específicos para anfibios y reptiles.....	74
Figura 15 Modelo general de los pasos de fauna, se puede apreciar el sistema de contención.....	75
Figura 16 Maqueta de paso superior de fauna silvestre, en una zona desértica, que muestra la disposición de la malla para detener y conducir a los animales hacia el paso	77
Figura 18 Fauna utilizando uno de los puentes bajos underpasses.....	78
Figura 19 Vista general de un paso superior para fauna arbórea.....	79
Figura 20 Fauna silvestre utilizando distintos tipos de pasos arbóreos implementados en	80
Figura 21 Polígono 1 que se reforestará con composición de SMSC Imagen de Satélite Polígono a reforesta	96
Figura 22 Polígono 2, se reforestará con especies de la SMSC	97
Figura 23 Tercer polígono que se reforestará con composición de SMSP.....	99
Figura 24 Polígono 4 que se reforestará con composición de la SMSP	100
Figura 25 Polígono 5 que se reforestará con composición de la SMSP	101
Figura 26 Espacio mínimo que debe haber entre árboles y arbustos.....	102
Figura 27 Método de plantación propuesto	104
Figura 28 Esquema de acomodo y distribución de las especies con las que se reforestará la SMSC y SMSP.....	105

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Índice de Tablas

Tabla 1 Sistema de medidas de mitigación para los impactos acumulativos, sinérgicos y/o residuales de SAR	2
Tabla 2 Indicadores de cumplimiento de la Medida de mitigación 1	12
Tabla 3 Precios unitarios para llevar a cabo MM1	14
Tabla 4 Cronograma general de las actividades Programa de protección y conservación de fauna 18	
Tabla 5 Especies útiles para percha y/o alimento de aves del SAR	30
Tabla 6 Indicadores de éxito para las acciones llevadas a cabo en el rescate de fauna	49
Tabla 7 Precios unitarios para llevar a cabo MM2	50
Tabla 8 Indicadores de cumplimiento de la MM3	61
Tabla 9 Precios unitarios para llevar a cabo MM3	61
Tabla 10 Indicadores de cumplimiento de MM4	67
Tabla 11 Precios unitarios para llevar a cabo MM4	68
Tabla 12 Precios unitarios para llevar a cabo MM5	85
Tabla 13 Coordenadas UTM 16Q, del Polígono 1, se reforestará con especies de la SMSC.....	87
Tabla 14 Coordenadas UTM 16Q, del Polígono 2, se reforestará con especies de la SMSC.....	87
Tabla 15 Coordenadas UTM 16Q, del Polígono 3, se reforestará con especies de la SMSP.....	89
Tabla 16 Coordenadas UTM 16Q, del Polígono 4, se reforestará con especies de la SMSP.....	89
Tabla 17 Coordenadas UTM 16Q, del Polígono 5, se reforestará con especies de la SMSP.....	90
Tabla 18 Calendarización de la reforestación	92
Tabla 19 Indicadores de cumplimiento de MM6	106
Tabla 20 Precios unitarios para llevar a cabo MM6	107
Tabla 21 Impactos residuales adversos del proyecto	109
Tabla 22 Montos estimados totales por cada una de las medidas de mitigación	117
Tabla 23 Cronograma general de trabajos con MM	118
Tabla 24 Indicadores de cumplimiento de las medidas de mitigación	120

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Capítulo VI

Estrategias para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas

Se identificaron 6 medidas de mitigación y/o programas ambientales; que se deberán realizar para, prevenir, compensar o mitigar (se reducen, remedian o rehabilitan) los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos del SAR y garantizar que el costo ambiental de la ejecución de este proyecto sea el menor posible. Al final del capítulo se presentan los impactos residuales del SAR. La jerarquización y la importancia de las medidas de mitigación se derivan de distintas consideraciones ambientales y económicas.

Las medidas preventivas son prioritarias porque su correcta ejecución evitará los impactos adversos significativos del proyecto, evitando su adición con los del SAR, como se describirá más adelante.

La síntesis de las medidas, su etapa de aplicación y los impactos que previene o mitiga se señalan en la Tabla 1. El orden seguido por la etapa de aplicación.

La definición de medidas de mitigación se orientó a los impactos adversos que se evaluaron como relevantes, (sección V.3, Capítulo V). Las medidas de mitigación pueden haber mitigado el impacto bajo, pero eso no debe desviar la atención de la intención principal, que es mitigar los impactos relevantes del SAR, en congruencia con la modalidad de esta Manifestación.

También se incluyó una medida que, aunque no mitiga ningún impacto significativo, es de observancia obligatoria por considerarse en alguna ley, reglamento o norma oficial mexicana (Capítulo III), cuando eso es el caso, junto al impacto que mitiga se incluye la norma, ley o reglamento al cual da cumplimiento.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 1 Sistema de medidas de mitigación para los impactos acumulativos, sinérgicos y/o residuales de SAR

Medida de mitigación	Etapas de aplicación de acuerdo a las actividades del proyecto	Impacto del SAR que mitiga, política de manejo que cumple y/o normatividad que cumple
<p>MM1. Lineamientos para el trazado y diseño de la obra en campo, así como, puntos que deberá cumplir la empresa constructora, su personal y la supervisión.</p>	<p>Previo a la preparación del sitio y algunos puntos deberán observarse después de adjudicada la obra y durante la preparación del sitio y construcción.</p>	<p>Normatividad: Cumple NOM-081- SEMARNAT -1994, la NOM052-SEMARNAT-2005 y la NOM-138-SEMARNAT//SS-2003 Cumple políticas planteadas en Capítulo IV. Previene Impactos, Capítulo V: RELEVANTE Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos NO RELEVANTE Impacto 1 Incorporación de partículas suspendidas por movimiento de materiales pétreos durante la construcción del trazo Cumple con los criterios del POET Cancún – Tulum: C11, C12, C13, C15, EI9, EI27, MAE6, MAE26, MAE 53 y TU 40</p>
<p>MM2. Programa de protección y conservación de fauna.</p>	<p>Antes y durante la preparación del sitio.</p>	<p>Reduce (Impactos, Capítulo V): Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre. Cumple con los criterios del POET Cancún – Tulum: C2 y FF 16</p>
<p>MM3. Programa de rescate y reubicación de flora.</p>	<p>Antes del desmonte.</p>	<p>Reduce (Impactos, Capítulo V): Impacto 4 Pérdida de 39.606 ha de vegetación forestal durante el desmonte y afectación a 7 especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2001. Cumple con los criterios del POET Cancún – Tulum: C2 y FF 16</p>
<p>MM4. Programa de conservación y restauración de suelos y manejo de residuos derivados de la preparación del sitio y construcción.</p>	<p>Durante el desmonte, despalle y nivelaciones.</p>	<p>Cumple políticas planteadas en Capítulo IV) Previene Impactos, Capítulo V: Impacto 3. Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén. Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos. Cumple con los criterios del POET Cancún – Tulum: C11, C12, C15 y FF 16</p>
<p>MM5. Construcción de pasos de fauna, crear hábitats artificiales y cercado de la vía, para favorecer rutas de movimiento.</p>	<p>Durante la construcción del cuerpo del terraplén.</p>	<p>Reduce Impactos, Capítulo V: Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre.</p>
<p>MM6. Programa de reforestación y pago por servicios ambientales.</p>	<p>Durante el tendido de la carpeta asfáltica, durante el señalamiento y un año más.</p>	<p>Compensa Impacto 3. Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén; Impacto 4 Pérdida de 39.606 ha de vegetación forestal durante el desmonte y afectación a</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

		<p>7 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre; e Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos.</p>
--	--	---

VI.2 Componentes de las medidas de mitigación o compensación

VI.3 Medida de mitigación 1

VI.3.1 Lineamientos para el trazado y diseño de la obra en campo, así como, puntos que deberá cumplir la empresa constructora, su personal y la supervisión.

Tipo de medida	Ubicación espacial	Etapas de aplicación	Impacto que mitiga y/o Lineamiento legal que cumple	Previene Impactos	Relevante	No Relevante	Objetivo	Antecedentes
Reducción y Prevención	A lo largo del trazo	Una vez licitada y ganada la obra, a partir de la preparación del sitio y durante la construcción	Normatividad: Cumple NOM-081- SEMARNAT -1994, la NOM-052- SEMARNAT -2005 y la NOM-138- SEMARNAT//SS-2003 Cumple políticas planteadas en Capítulo IV.	Mencionados en el Capítulo V	Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y	Impacto 1 Incorporación de partículas suspendidas por movimiento de materiales pétreos durante la construcción del trazo. Cumple con los criterios del POET Cancún – Tulum: C11, C12, C13, C15, EI9, EI27, MAE6, MAE26, MAE 53 y TU 40	Que la empresa proyectista, la constructora, la empresa supervisora y todo el personal, conozcan las restricciones que deberán respetar para que sean consideradas desde el trazo del proyecto constructivo, como durante la construcción y el	Se procura realizar las MIA con el anteproyecto del trazo, es decir con la ruta. Esto lo sugirió la DGIRA desde hace 4 años con el fin de poder incorporar al proyecto definitivo criterios ambientalmente amigables de

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

				afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos		manejo de la maquinaria, la razón de dichas restricciones, así como las sanciones que corresponderán en caso de incumplimiento. Evitar disposición inadecuada del material de desperdicio de las nivelaciones, desmonte y despalle. Y como debe manejarse el personal en los frentes de construcción	construcción y no al revés. Antiguamente se elaboraba la MIA con el proyecto definitivo sin tomar en cuenta para su diseño y trazado criterios ambientales, lo que aumentaba en magnitud y extensión los impactos ambientales. En la actualidad la sugerencia de la DGIRA ha promovido la incorporación de diseños especiales para la construcción y estructuras de la obra; lo que ha permitido evitar en el trazado de las carreteras rutas por áreas críticas por su vulnerabilidad al disturbio; además de diseñar por ejemplo pasos de fauna con estructuras u
--	--	--	--	--	--	--	--

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Se prohíbe alimentar a la fauna silvestre y toda la basura proveniente de comida se colocará en un bote con tapa, que estará durante las operaciones en el frente de obra y se vaciará todos los días, por medio del sistema de limpia de Tulum. Nunca permanecerá durante la noche basura de tipo doméstico en el frente de obra.
- Bajo escrito el constructor se comprometerá a no realizar ninguna reparación de vehículos ni maquinaria alguna en los frentes de obra sino fuera en talleres autorizados y que se documente que recolecta sus residuos y entrega a alguna empresa de manejo de dichos residuos. Presentará un listado de por lo menos 4 talleres cercano y sus autorizaciones, cotizará el costo de posibles contingencias y el remolque de la maquinaria, equipo o vehículos. Estará prohibido inclusive lavar los vehículos o maquinaria en los frentes.
- Se contratará a una empresa para manejo de residuos peligrosos para que semanalmente se le entreguen todos los residuos como latas vacías con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes, estopa impregnada de grasas o pilas. En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburo, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será la empresa la responsable de su manejo y la actuación será inmediata. Para el concurso deberán presentar los datos de la empresa y el permiso avalado por la SEMARNAT. Se considerará residuos peligrosos aquellos que concuerden con una o varias de las características contenidas en el numeral 7.1 de la NOM-052-SEMARNAT-2005 tales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental o inflamabilidad. En el frente de obra estará presente un técnico en química industrial que sepa reconocer los residuos peligrosos y que observe que en todo caso se separe los residuos, sean depositados en un bote cerrado; los residuos deberán ser embazados por separado y cada semana entregarlos a la empresa que vaya a recogerlos al frente. También será el responsable de comunicarse con la empresa en caso de algún derrame y actuar inmediatamente según señale lo procedente para cada tipo de caso.
- El técnico responsable de manejo de residuos peligrosos, tendrá en cada frente de obra algún polímero como el ABtotal absorb que tiene la capacidad de retener al hidrocarburo o aceite y lo vuelve inerte. Se tendrá en el frente de trabajo un costal de 10 kg, para actuar de forma inmediata en caso de un derrame accidental (situación improbable porque en el punto anterior se

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- prohíbe cualquier reparación o mantenimiento a maquinaria y vehículos en derecho de vía o fuera de cualquier taller o autolavado autorizado)
- En sus costos el constructor considerará los acarrees y sobre acarrees del material con el fin de cumplir con la MM4 • Se contratará una empresa que rente sanitarios de tipo seco para colocarlos en los frentes de obra, se colocará por lo menos 2, y se moverán cada vez que el frente avance 500 m. Estos baños serán vaciados cada mes por la empresa que los rente. La cámara receptora deberá contener un inoculador que favorezca la mineralización de las heces de forma rápida. El producto del vaciado de baños secos portátiles será revuelto con el material de despalme.
 - En cada frente de obra se colocará un bote de basura con tapa y se entregará al sistema de limpia municipal de Tulum cada tercer día. Este bote de basura será manejado por la misma persona que se contrate para los residuos peligrosos, y el verificará que solo se deposite basura de tipo doméstico.
 - Solo se podrá almacenar combustible en los frentes de obra que se ubiquen en zonas consideradas muy perturbadas (Km 0+800 al 0+840, del 2+180 al 2+240, del 3+380 al 3+720, 4+480 al 4+560, del 5+840 al 5+880, 11+460 al 12+580, del 14+900 al 14+940, 15+260 al 15+300, del 23+180 al 23+220, del 23+540 al 23+880, 23+960 al 24+060, del 24+360 al 24+420; Anexo 8), sobre un firme de cemento con paredes contenedoras impermeables de 20 cm de alto y pintadas en amarillo, con superficie mínima de 2 x 2 m y techo para evitar que se caliente los bidones con el combustible; para cargar el combustible a los equipos, tendrá que ser sobre el firme de cemento; los vehículos se llevarán a la gasolinera a abastecerse, la maquinaria y equipos fijos se les llevará el combustible mediante camionetas en galones de 55 l y máximo se almacenaran por 3 días en un lugar sombreado descrito. La maquinaria fija solo podrá abastecerse cuando este en los tramos en áreas consideradas por el diagnostico muy perturbadas (su ubicación se presenta en el SIG, Anexo 8, solo en digital).
 - La empresa constructora, se asegurará, mediante su elección de maquinaria, métodos de construcción y horarios que las labores de construcción y por la operación de vehículos para el transporte de materiales hacia los frentes de obra, no rebasen, en el primer caso (labores de construcción) los 68 dB(A) (máximo) y en el segundo caso (operación de vehículos) los 90 dB(A) como máximo en tiempos de exposición no mayores de 1 minuto. Si el nivel de ruido es alto, deberán intercalarse pausas de

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

5 minutos cada minuto de trabajo. Todas las actividades se efectuarán solamente durante el día, entre las 6 y las 22 h. Los operadores de maquinaria utilizarán protección auditiva, que proporcionará el patrón.

- Si el despalme y/o el tendido de las bases del cuerpo del terraplén es en estiaje, estará en el frente de obra una pipa regando el material, para reducir la cantidad de polvo que tiende a levantarse.
- Se realizará la preparación del sitio y construcción respetando lo señalado en el Capítulo 4 en sitios conservados y muy conservados:

- Desmontar y despalmar únicamente entre línea de ceros, lo estrictamente necesario para albergar la corona, que normalmente será menos de 18 m de ancho.

- No deben llegar a la masa forestal ruidos mayores a 80 dB durante la construcción y operación por periodos mayores a 1 minuto.

- No se puede construir ninguna obra accesoria como bancos de material, bancos de tiro, caminos de acceso, talleres ni ningún tipo de obra.

-No se permite que la maquinaria pesada pernocte en estos tramos.

c) Tres días antes de iniciar las actividades de preparación del sitio, deberá se convocará a todo el personal de construcción y supervisión a un lugar apropiado, como puede ser algún auditorio en Tulum. En esa reunión los trabajadores conocerán la siguiente información:

- Se prohíbe incursionar fuera del frente de trabajo y solo se podrá utilizar el área entre línea de ceros.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Se prohíbe trabajar durante la noche y/o permanecer en el frente de obra durante la noche.
- Está prohibido recolectar plantas de los alrededores. No deberá ocasionarse daño innecesario de manera deliberada a la vegetación ni a los campos agrícolas.
- En ningún caso deberá cazarse la fauna silvestre, o molestarla.
- En caso de ver un animal venenoso o amenazante se le dará aviso inmediato a uno de los pasantes de biología que permanecerán en la obra durante las actividades de preparación del sitio, para que lo atrape con el bastón herpetológico y lo reubique.
- Toda la comida consumida en el frente de trabajo será en frío, quedará prohibido encender fuego para cocinar o para algún otro propósito. Toda la basura derivada de esta actividad tendrá que ser colocada en los botes de basura ubicados en los frentes de obra; según el tipo de desecho.
- Una vez terminada la construcción, se levantarán todos los desechos generados durante las diferentes fases de la obra, ya que en algunas construcciones se ha observado que se dejan residuos como botes de diésel y otros aceites para las maquinarias, hierros, láminas.
- Se recomienda poner especial cuidado en evitar derrames de aceites y otros combustibles, así como recoger todos los desechos tóxicos o potencialmente tóxicos.
- Antes de iniciada la preparación del sitio el supervisor deberá fotografías y sacar película de todo el derecho de vía y 30 m hacia la vegetación forestal en ambos lados, para posteriormente comprobarse que no se hizo disposición inadecuada del material de despalme y/o desmonte.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

c) Antes de la operación del sitio, durante la señalización y después durante la operación de la vía.

- Como ya se dijo, casi toda la Península de Yucatán y el SAR, son zonas permeables, las excepciones son pocas; y es donde se ubican las dolinas, poljes y zonas inundables (que también infiltran, pero lentamente). Por ello en la zona de desagüe de las cunetas, se excavará un cuadro de 1x1 m x 40 cm de profundidad. Se acomodará en los primeros 20 cm material de despilme; en los siguientes 10 cm se pondrá una mezcla de 60:40 material de despilme con AB total absorb granulado y los en los siguientes 5 cm se colocará una capa pura de AB absorb total lipofílico e hidrofóbico y los últimos 5 cm se podrá gravilla proveniente del banco de material; esto con el fin de frenar la velocidad con la que llegue el agua y permitir su infiltración inmediata.

En caso de quebrantar el reglamento el contratista tendrá que ser responsable y será que ser sancionado como marque la ley en ese caso; tendrá que resarcir los daños o se aplicará la fianza que garantiza el cumplimiento de las medidas de mitigación y condicionantes.

Indicadores de cumplimiento: Los puntos 1 al 5 quedarán registrados en la bitácora 1, el resto de los puntos en todas las bitácoras siguientes (Tabla 2).

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 2 Indicadores de cumplimiento de la Medida de mitigación 1

Indicador	Umbral esperado	Medida en caso de rebasar umbral
1. Estudio geofísico con el trazo definitivo donde se demuestre el alejamiento de 80 m de cuerpos de agua y cavernas	El trazo del libramiento a Tulum estará a más de 80 m de cualquier cuerpo de agua o caverna	Modificar el trazo, para alejarlo por lo menos a 80 m de los cuerpos de agua y cavernas
2. Tramos sobre zonas inundables del proyecto definitivo sobre puentes	Todas las zonas inundables que pasen el libramiento, estarán proyectadas sobre puentes en forma de losas y/o estructuras	Modificar el proyecto y diseñar los tramos que se pase por zonas inundables sobre puentes en forma de losas y/o estructuras.
3. Contrato de la empresa constructora que resulte ganadora con una empresa cuyo giro sea manejo de residuos peligrosos	Presentar un contrato donde se detalle las acciones a seguir en caso de alguna contingencia; además de señalar que cada semana pasará la empresa a recoger embalados los residuos que pudieran considerarse peligrosos (que no lo son por los volúmenes a manejar en el frente de obra).	Contratar a una empresa que maneje residuos peligrosos bajo el esquema señalado en el umbral. No se podrá iniciar la preparación del sitio hasta cumplir con el umbral esperado.
4. Costales de ABtotal absorb en los frentes de obra	Por lo menos 3 costales de 10 kg cada uno en el frente de obra o 30 kg o más de ABabsorb total.	Comprar los costales necesarios; si la marca se descontinúa comprar otra marca con las mismas características de absorción de hidrocarburos.
5. Porcentaje de personal que firmó compromiso de cumplimiento de medidas y condicionantes	El 100% de los trabajadores	Volver a convocar a reunión del personal faltante hasta cumplir con el 100% de las firmas
6. Límite del desmonte	Solamente entre ceros árboles marcados con martillo forestal	El área que se rebase del desmonte se deberá compensar en ese mismo parche en una proporción 5:1, con las especies y procedimientos señalados en MM5.
7. Número de animales sacrificados o alimentados en el frente de ataque	Ninguno	Se deberá compensar a una UMA de reproducción de especies silvestres una cantidad de \$20,000 por animal sacrificado; para que reproduzca esa especie y reincorporar 10 organismos por cada animal sacrificado
8. Numero de sanciones por incumplimiento de los puntos de esta medida (los que no se hayan puesto en un indicador aparte).	Ninguno	El empleado que se le descubra incumpliendo algún de los puntos, tendrá que pagar resarcimiento de daños y la empresa que cumpla las MM tendrá que cobrarlo y llevarlo a cabo. En la segunda sanción se rescinde contrato.
9. Fotografías a la vegetación aledaña de la línea entre ceros.	Sin material de desperdicio, 4 fotografías por km ambos lados	Retirar todo el material de desperdicio.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

10. Hidrocarburos en tierra de despilme (capa 3) en lavaderos	Sin hidrocarburos	Colocar el doble de Abtotal absorb total en el cavado de desagüe de los lavaderos
---	-------------------	---

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Integración y análisis de precios unitarios:

Se presenta un desglose de los costos considerados para llevar a cabo la MM1, al final se incluye el total, en todos los casos, se considera el precio más alto, para que sirva para fines de afianzamiento de cada medida de mitigación; pero cuando se concursa la obra y sus MM, es cuando se tendrán los montos exactos, ya que depende de la empresa ejecutora que gane el concurso (Tabla 3).

Tabla 3 Precios unitarios para llevar a cabo MM1

Concepto	Precio
Marcaje de individuos arbóreos de la vegetación forestal que se desmontará, incluye brigada topográfica	\$29,700.0
Renta de auditorio	\$1,100.0
Renta de 2 baños tipo sanisecho durante 24 meses	\$39,600.0
Botes de basura y moverlos	\$220.0
60 costales de ABtotal absorb	\$113,520.0
Contrato durante 24 meses con empresa que maneje residuos peligrosos	\$52,800.0
Renta de pipas para riego en frentes de obra durante 12 meses	\$105,600.0
2 firmes de cemento	\$22,000.0
Incorporar modificaciones al método constructivo (parte proporcional)	\$242,000.0
Fotografiar área junto a líneas de cero	\$25,300.0
Supervisor 1	\$33,000.0
	\$664,840.0

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VI.4 Medida de mitigación 2.

VI.4.1 Programa de protección y conservación de fauna

Tipo de medida	Ubicación espacial	Etapas de aplicación	Impacto que mitiga y/o Lineamiento legal que cumple	Previene Impactos	Relevante	No Relevante	Objetivo	Antecedentes
Prevención y reducción	A lo largo de todo el trazo, objeto de este estudio	24 hrs. antes de iniciar labores de desmonte, así como la apertura de la línea de ceros. Deberán tenerse identificadas las áreas más susceptibles	Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre	Mencionados en el Capítulo V	Cumple con los criterios del POET Cancún – Tulum: C2 y FF 16.		Elaborar y proponer una serie de acciones y medidas para disminuir los impactos negativos sobre las especies de fauna presentes en el derecho debido a la construcción del trazo carretero. • Evitar que se afecten las comunidades y poblaciones faunísticas que se distribuyen o tienen actividades en las áreas del trazo durante las etapas de	Las medidas de mitigación tienen el objetivo de disminuir el impacto de las actividades humanas sobre el ambiente, ya sea sobre las poblaciones vegetales o animales, así como, sobre los recursos abióticos como el aire o el agua

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

						<p>preparación, construcción y operación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar modificar las poblaciones faunísticas del SAR y stress a la fauna debido a la preparación del sitio. • Proponer acciones de rescate y reubicación de fauna durante las diferentes etapas de construcción del trazo carretero. • Proporcionar información al personal involucrado en la obra para que se vuelvan partícipes en el cuidado de la fauna del sitio. • Proponer medidas de mitigación acorde al sitio y la obra, que aseguren la continuidad y flujo 	
--	--	--	--	--	--	---	--

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

							de las poblaciones presentes de fauna	
--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------	--

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

En el caso del libramiento Tulum se ha proyectado la construcción de una carretera la cual tendrá una extensión aproximada de 26 km. El proyecto tendrá tres etapas durante la construcción, ocasionando diferentes perturbaciones sobre las poblaciones de fauna de la zona.

La primera etapa consiste en la preparación del sitio, esto es la remoción de la capa vegetal en la zona donde queda el trazo carretero. La segunda reside en la construcción del libramiento, que abarca el depósito de materiales, la nivelación, el aplanamiento y la pavimentación del trazo. Y la tercera etapa es la operación y mantenimiento de la carretera, que se prolonga durante toda la vida útil de esta vía de comunicación.

Durante la etapa de preparación del sitio, se presentan distintos impactos entre los que destacan la posible muerte de ejemplares cuando se derriben árboles y arbustos al destruir sus nidos o madrigueras. Otro impacto en esta misma etapa, es producido por el personal que opera en la zona, ya que es común que cacen, ejemplares de fauna silvestre por diferentes motivos.

En la segunda etapa se vuelve más frecuente la perturbación causada por el personal de obra ya que la vegetación ha sido removida y la nivelación produce una barrera para la dispersión de la fauna entre los diferentes hábitats. En la etapa de operación la perturbación consiste en la fragmentación del hábitat y en la colisión y atropellamiento de individuos.

Para cada etapa, grupo de fauna y tipo de perturbación existen una serie de actividades que tiene como objetivo el evitar la muerte de organismos y disminuir el impacto negativo en las poblaciones animales.

Procedimiento: Los métodos y técnicas para el rescate de fauna dentro del SAR es distinta para cada uno de los grupos de especies, de igual forma las medidas de mitigación es diferente dependiendo de la etapa del proyecto y para el grupo de fauna al que se enfoque.

Por lo anterior se presentan las medidas de mitigación separadas por grupo faunístico en cada una de las tres etapas del proyecto.

a) Preparación del sitio

Programa de inducción ambiental a los trabajadores

El programa de inducción ambiental tiene por objetivo transmitir información básica a todo el personal de la obra para que ellos participen en la mitigación de impactos a la fauna. Este

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

programa es medular para realizar un buen rescate ya que la gente de obra son los que tienen un mayor número de avistamientos de fauna silvestre en el sitio. Por lo cual es necesario el concientizar y capacitar al personal en las técnicas y actitudes que deben tomar cuando se encuentren con algún espécimen de fauna.

La inducción ambiental comienza antes del inicio de obras con los contratistas por lo que es necesario platicar primero con los responsables de cada área e incluso con los dueños o gerentes. Es importante establecer las medidas de control y sanciones en caso de sorprender a personal con posesión de algún ejemplar o derivado de fauna silvestre.

Asimismo, será necesario realizar la inducción ambiental cada vez que algún contratista inicie actividades en la obra.

A través de este proceso se puede lograr que el mismo personal de la obra sea el que notifique y avise sobre algún animal silvestre, siendo esta la pauta para iniciar alguna acción de rescate, sobre todo de especies que ellos consideran peligrosas, como en el caso de las serpientes.

Las pláticas serán dirigidas a todo el personal de la obra con una duración aproximada de media hora a una hora, dependiendo del número de participantes y los temas a tratar, el temario estará conformado por los siguientes rubros:

- a) ¿Por qué se tiene que rescatar la fauna?
 - Principales especies de fauna presentes en la zona
 - Importancia de la fauna de la zona
 - Especies peligrosas
 - Legislación que prohíbe eliminar ejemplares de fauna y que establece las medidas de mitigación.

- b) ¿Cómo participar en el rescate de fauna?
 - Qué hacer cuando se observa alguna especie de fauna
 - Como evitar accidentes con la fauna.

- c) Reglamento interno de la obra
 - Por qué no extraer o cazar ejemplares de fauna

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Sanciones

Durante el desarrollo de la obra se entregarán trípticos o folletos con la información básica a cada trabajador debido a que es común que las empresas contratadas en las obras cambien de personal frecuentemente y de esta manera evitar el desconocimiento de las medidas de mitigación por parte de personal de nuevo ingreso.

Para este proceso de inducción ambiental será necesario contar con uno o dos biólogos que impartirán las pláticas, así como contar con un salón con energía eléctrica, equipado con los siguientes materiales:

- Un proyector o cañón, proyector de acetatos y un rotafolio con la información e imágenes adecuadas.
- Pintarrón con plumones adecuados
- Trípticos o folletos con la información dada

Para el éxito de este programa es necesaria la colaboración de los responsables de cada área y del personal encargado de la seguridad de la obra. Una vez otorgada la plática, será necesario dotar de algún radio, o en su caso contar con teléfono en los cabos de obra, a los operadores de maquinaria para que en caso de observar algún animal silvestre puedan avisar al personal capacitado para su manipulación y captura. En estos casos será necesario mostrar las especies capturadas y próximas a liberar al personal de obra para que ellos se concienticen sobre la importancia de la acción de avisar y no eliminar al ejemplar.

Será necesario tener al personal de rescate disponible todo el tiempo para actuar cuando surja algún reporte de avistamiento de fauna ya que de esto depende la constancia por parte del personal de obra de avisar cuando observen algo. Existirá junto al vivero rústico (MM3) una instalación temporal donde se depositen los ejemplares capturados y próximos a liberar, es bueno que el personal de obra tenga acceso con cierto control para que ellos tengan la motivación y observen la importancia del trabajo de rescate. Es primordial la instalación de señalamientos móviles, que induzcan el respeto por la fauna del sitio, así como un reglamento visible para todos los trabajadores.

Las pláticas se impartirán primeramente a la cuadrilla que formará parte de la cuadrilla de rescate de fauna, esto incluirá un taller sobre manejo y contención física de los ejemplares

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

de fauna a rescatar, aparte del temario. Esta actividad empezará dos semanas antes del inicio de obras. Para esta capacitación serán necesarios 3 días.

Los 3 días posteriores se enfocarán a dar pláticas al personal que iniciará la obra, dependiendo de la cantidad de trabajadores, éstos se dividirán en grupos de 15 personas. La plática no llevará más de una hora por grupo.

Es recomendable dar estas pláticas a cada contratista o empresa que ingresa a colaborar en el proyecto esto con el fin de que cada trabajador respete el reglamento de la obra y sea participe en las actividades de flora.

Programa de rescate y reubicación de fauna

Este programa implica una serie de acciones que tienen por objetivo evitar lesionar o dar muerte a los ejemplares de fauna y estará ligado al programa de inducción ambiental.

El programa prevé y considerar los siguientes componentes esenciales: Permisos – Se contará, por parte de la o las empresas contratadas para dicho rescate, con la autorización y los permisos correspondientes emitidos por la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT, así como con los permisos/autorizaciones aplicables por parte del Gobierno del Estado y el Municipio.

Instalaciones Temporales. - Se plantea también el habilitar junto al vivero rústico (MM3) un área con lona como instalación temporal para mantener a los ejemplares en cautiverio mientras se gestiona, asigna cuál de los sitios destinados a la liberación es más adecuado para la especie en cuestión, o se define la necesidad de canalizarlo a un proceso de atención o cuidado especial con las UMAS/Zoológicos convenidos para este propósito (Sección de atención especializada). Normalmente los ejemplares estarán en el sitio por periodos menores a 24 h. Este sitio contará de manera permanente con un Veterinario especialista en Fauna Silvestre y dos técnicos con experiencia en el cuidado y manutención de animales.

Sitios destinados a la Reubicación/Translocación. - Con el propósito de dar seguimiento a lo establecido en el Ordenamiento Ecológico, relativo a la reubicación y liberación de fauna silvestre, se han seleccionado cuatro zonas (A; B, C y D) en las cuales se reubicarán y liberarán a los ejemplares rescatados (Figura 1), los cuales se seleccionaron en función de los siguientes criterios.

- Distancia del Trazo Obra de la carretera de 1 a 2 km.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Existe representatividad de los tipos de vegetación presentes en el SAR.
- Grado de conservación de la vegetación en el sitio destino.
- Existe continuidad/conectividad forestal/ecosistémica.
- Disponibilidad de acceso para la liberación.
- El sitio se encuentra alejado del desarrollo urbano, rural y habitacional existente.
- Disponibilidad de acceso a cuerpos de agua en la zona.
- Los sitios se encuentran ubicados al Oeste de la obra con el fin de liberar a los animales en el costado contrario al de mayor intensidad de crecimiento urbano y actividad humana en la región.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

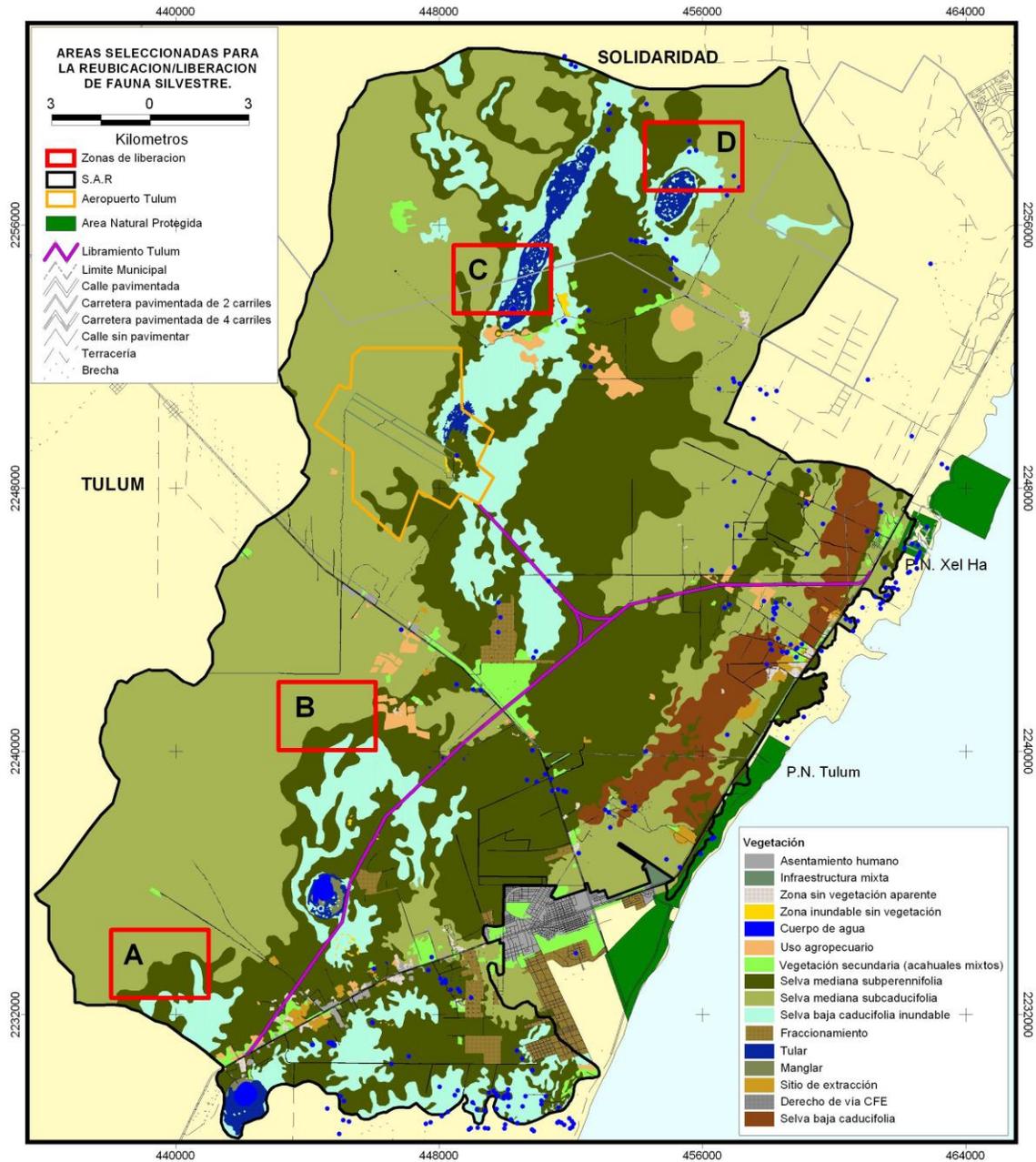


Figura 1 Áreas recomendables para liberación de ejemplares rescatados

Atención Especializada- En aquellos casos en los cuales se requiera de instalaciones equipo y personal especializado para la atención de ejemplares de fauna que sean polluelos, crías, que se encuentren heridos o enfermos se procederá a canalizarlos a los Zoológicos de Aktun Chen y Crococún con el propósito de mantenerlos hasta que sean

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

capaces de valerse por sí mismos y para reintroducirlos posteriormente en los sitios preseleccionados. En este sentido es importante señalar que se ha platicado y acordado con los directivos de ambos zoológicos el establecimiento de los convenios respectivos.

Criterios para el proceso de rescate - Se realizarán acciones de rescate sobre cada especie de fauna que se observe, sin embargo, si se presentan casos en los cuales sea necesario priorizar se utilizarán los siguientes criterios:

- *Status*. Las especies incluidas en NOM-059-SEMARNAT-2001 y que se encuentren en el trazo tienen la mayor prioridad en el rescate.
- *Importancia ecológica*: Dentro de la biodiversidad existen especies que son importantes desde el punto de vista ecológico, debido a que estructuran las cadenas tróficas o el ecosistema (p. ej. depredadores, polinizadores, dispersores). Estas especies también son prioritarias para el rescate y la reubicación.
- *Importancia cultural o visual*: Otras especies prioritarias para proteger son aquellas que tienen un valor cultural o estético en la región.

Reportes periódicos a las autoridades- Todas las acciones de rescate, remoción de organismos, nidos, reubicación serán reportadas a las autoridades ambientales competentes (SEMARNAT y PROFEPA), por medio de las entregas semestrales de las bitácoras.

Acciones de Rescate para cada Grupo de Fauna Silvestre

Las acciones de rescate para los distintos grupos taxonómicos y/o por especie, se describen a continuación.

Aves

Por lo general el rescate en aves adultas no es muy común, debido a que el ruido producido por la maquinaria y personal de obra las ahuyenta, a excepción de cuando se encuentran lesionadas y esto les impide huir. El rescate y reubicación en aves generalmente se efectúa cuando hay nidos con huevos o polluelos en los árboles que se encuentran y que serán derribados en la zona del despalme. También es necesario evitar que el personal de obra los moleste, cace o lesione a las aves que se encuentren en el camino.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Las medidas que se llevarán a cabo para este grupo de vertebrados son las siguientes:

- El personal de obra se abstendrá de molestar, cazar o lastimar individuos o ejemplares de especies de aves que sean avistados en la zona y sitios aledaños del proyecto, asimismo queda prohibido tomar nidos, huevos, crías o derivados de las especies de aves presentes en el predio.
- Se realizarán monitoreos antes, durante y después del desmonte para localizar nidos y ejemplares susceptibles a ser rescatados. Aquí se incluye la inspección de árboles, troncos y huecos donde a veces suelen refugiarse las aves.
- Se tomarán en cuenta para ser rescatados, los nidos que se encuentren en la franja de obra y a 10 m adyacentes de cada lado del trazo, ya que en esta zona de influencia las aves podrían resultar afectadas al caer algún árbol grande o por el ruido y vibración de las maquinas, el sitio se marcará con cinta de advertencia.
- Una vez localizado el nido se procederá a la verificación para determinar la posible especie que está anidando y para saber si contiene huevos o polluelos, y que acciones son posibles de tomar.
- Debido a que las obras se pretenden comenzar en mayo del 2011 se iniciará el ahuyentamiento de aves en abril para evitar que establezcan sus nidos en la zona del trazo y de esta forma mantener libre la zona para la preparación del sitio.
- En el caso de encontrar nidos con polluelos, se delimitará la zona con una cinta de advertencia, la brigada esperará a que los polluelos abandonen el nido en cuestión y para poder continuar la obra en este sitio, esto dependerá de la especie de la que se trate.
- En caso de no ser posible la acción anterior se contactará con personal capacitado para trasladar los polluelos a un aviario, para intentar que éstos continúen con su desarrollo y alimentación.
- Sí la madre huye y no regresa, los polluelos se llevarán a las instalaciones zoológicas mencionadas donde puedan recibir atención por personal capacitado.
- En caso de encontrarse algún ave lastimada, se trasladará a la instalación zoológica más cercana (de las mencionadas) para recibir el tratamiento y atención adecuada por personal capacitado. Una vez recuperada el ave, se devolverá al medio silvestre en un área alejada del proyecto y que cumpla con las necesidades de la especie.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- En caso de sorprender a personal de la obra con ejemplares o derivados de aves de la región, se procederá por parte de los encargados ambientales de la obra a decomisar el producto, y a esta persona se le negará el derecho a ingresar a la obra de nuevo, de igual forma dependiendo de la gravedad de la falta se le dará aviso a las autoridades correspondientes para que se consigne a los responsables.

Metodología para el rescate de aves:

Por lo general las aves son el grupo con más movilidad entre la fauna ya que tienen la capacidad de poder volar.

Debido a esta característica el rescate se centrará en individuos que carecen de esta habilidad como los polluelos en nido o ejemplares lastimados.

Generalmente las aves se ahuyentan cuando escuchan o detectan algún peligro por lo que realmente el ahuyentamiento si es efectivo para adultos sanos en este grupo.

Para el rescate y mitigación de impacto en este grupo se realizarán las siguientes acciones.

Se llevarán a cabo recorridos diarios matutinos y vespertinos, con el fin de detectar las especies que frecuentan el trazo y si hay ejemplares anidando. Es recomendable comenzar hasta con un mes de anticipación en caso de ser temporada de anidación. Los horarios serán de 6 am a 10 am y de 3 pm a 7 pm.

Para identificar estas especies se contará con guías especializadas como la de Peterson and Chalif, National Geographic y la De Howell and Web, las cuales presentan ilustraciones de casi todas las especies de aves que se encuentran en la zona. Esto se complementará revisando los listados de especies generados por este proyecto, donde se indica cuales especies se listan en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

No se removerá ningún nido ya que cualquier alteración a éste provoca que la madre abandone permanentemente el nido. Sino que se iniciará el monitoreo de nidos hasta con un mes de anticipación para que en caso de detectar algún nido activo se proceda a las siguientes actividades:

- Se buscarán todos los nidos dentro del derecho de vía, así como todos los nidos localizados hasta 10 m a cada lado del trazo para evitar el efecto de borde.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Una vez localizado el nido se procede a marcar el lugar con cinta amarilla de precaución y en toda esa franja se vigilará que ninguna ave llegue anidar para evitar retrasos en la obra. Este tiempo de un mes previo a que llegue el desmonte al sitio donde se encuentra el nido es primordial para dejar que los polluelos ya sean capaces de volar y abandonar el lugar por si solos. Esto se recomienda para la época de anidación.
- En caso de encontrar nidos aislados fuera de la época se procederá a identificar la especie, se marca el sitio como se mencionó con anterioridad, y se esperará hasta que las aves sean capaces de abandonar el nido por si solas.
- En áreas donde se encuentren más de 5 nidos activos en un km, se iniciarán actividades en los meses después de la época de reproducción, generalmente en septiembre o antes de mayo.

Metodología para rescate de aves del sotobosque:

Las aves del sotobosque a pesar de caminar casi todo el tiempo la mayoría son capaces de levantar el vuelo aunque sea distancias cortas pero lo suficiente para huir del peligro.

En este grupo se encuentran aves como el tinamú (*Crypturellus soui*), el pavo de monte (*Meleagris ocellata*), el hocofaisán (*Crax rubra*), y las codornices (*Colinus nigrigularis*).

Todas estas especies presentes en la zona del trazo y en el caso de *M. ocellata* y *C. rubra*, se encuentran incluidos bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Por lo general la mayoría de este tipo de aves huirá al escuchar y sentir las primeras perturbaciones. Sin embargo, puede ocurrir que algún ejemplar herido se encuentre en la zona, por lo cual será necesario capturarlo y reinsertarlo en otro sitio.

En algunos casos será posible atraparlo a mano, sin embargo, puede llegar la necesidad de utilizar alguna trampa para capturar al espécimen. Para esto dependiendo de la talla del ave, se pueden utilizar trampas tipo Tomahawk para hocofaisanes y pavos, la cual contendrá de cebo, maíz, y fruta picada (Figura 2). Para especies caminadoras de talla pequeña se utilizará una trampa en forma de pirámide hecha de varas la cual atrapa el ave sin causarle ningún daño (Figura 3).

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Figura 2 Trampa tipo Tomahawk que además de servir para otros grupos es útil para capturas especies como los hocofaisanes y los pavos de monte con el cebo adecuado como granos de maíz, alimento para pollo o un poco de fruta picada



Figura 3 Trampa piramidal para especies de aves de hábitos terrestres (caminadoras) de talla pequeña.

Una vez capturado el organismo se procede a la revisión del estado general para determinar si puede ser translocada o necesita algún tipo de atención y resguardo en las instalaciones

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

temporales. En caso de estar en buenas condiciones el ave se llevará a la zona de liberación predeterminada.

Las pláticas de inducción ambiental tienen un papel muy importante en la mitigación de impactos sobre las poblaciones de aves ya que uno de los peligros que corren es ser cazados por el mismo personal de obra. Por lo que se enfatizará en disuadir a los trabajadores de molestar, cazar o dar muerte a algún ejemplar de avifauna.

Otra acción que mitiga el impacto sobre las poblaciones de aves son las actividades de mejoramiento de hábitat, el reforestar con plantas nativas de la región y que alimenten a las aves, esta medida es la mejor para minimizar en cierto grado la perturbación ocasionada por el desmonte y preparación del trazo.

Esta medida sirve incluso para especies migratorias cuyo objetivo de paso o estancia temporal en la Península consiste en alimentarse principalmente, por lo que el reforestar con especies vegetales que sirvan de alimento a las aves es de vital importancia para minimizar la pérdida de hábitat y mantener saludables a las poblaciones migratorias.

La acción de reforestación va ligada con las acciones de rescate de flora, por lo que habrá una coordinación entre ambas cuadrillas.

Como se maneja en la MM6, se reforestará con las especies señaladas en la Tabla 5, algunas de las cuales serán rescatadas del genoma que se desmonte. Dichas especies son útiles para percha y alimento de aves del SAR.

Tabla 5 Especies útiles para percha y/o alimento de aves del SAR

Familia	Especie	N. Común
Arecaceae (Palmae)	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat
Arecaceae (Palmae)	<i>Thinax radiata</i>	Chit
Arecaceae (Palmae)	<i>Coccothrinax readii</i>	Nakax
Arecaceae (Palmae)	<i>Sabal japa</i>	Huano
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysanta</i>	Maculis amarillo
Bombacaceae	<i>Ceiba schottii</i>	Ceiba
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj
Elaeocarpaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín
Leguminoseae	<i>Senna racerosa</i>	kanlol
Leguminoseae	<i>Bahuinia divaricata</i>	Pata de vaca
Leguminoseae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin
Leguminoseae	<i>Swartzia Cubensis</i>	Katalox
Malphiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	Higerilla
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón
Nolinaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tsitsilche
Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i>	Huaya
Sapotaceae	<i>Manilkara achras</i>	Zapote
Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	kaniste
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Negrito
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Sakpixoy
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán

Todas las actividades mencionadas anteriormente se llevarán a cabo de las 6:00 am a las 5:30 pm o dependiendo del horario que se maneje en la obra. Solo los monitoreos y recorridos son los que se harán en horarios diferentes incluyendo los horarios nocturnos.

Calendarización de actividades

Las actividades de rescate se dividirán dependiendo de la etapa del proyecto, siendo la etapa de preparación del sitio la más intensa y la que más personal requiere.

En esta etapa se requiere de una cuadrilla de 5 personas comandadas por el especialista.

Ellos se encargarán de poner trampas, capturar, ahuyentar, marcaje de nidos y reubicación de las especies de aves.

Metodología para el rescate de Mamíferos

Debido a la gran diversidad de tipos de mamíferos que se presentan dentro del SAR, es necesario el dividir en grupos la metodología de rescate a utilizar, debido a la gran variabilidad en tamaños, peso y hábitos de estos vertebrados. Para el rescate de éste grupo se realizarán las siguientes acciones de mitigación.

- Vigilancia y capacitación para que el personal de la obra se abstenga de cazar, molestar o tomar productos y derivados de los mamíferos presentes en el predio.
- Ahuyentar a los mamíferos medianos y grandes provocando ruido y espantándolos para que se refugien lejos de la zona de la obra, este ahuyentamiento se realizará

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

con seis horas de anticipación al inicio de las actividades y en todos los días de trabajo.

- Actividades de monitoreo permanentes para determinar la presencia de algún ejemplar, localizar madrigueras y crías, para esto será necesario buscar en cuevas, árboles y troncos huecos.
- En el caso de encontrar alguna madriguera con crías pertenecientes de mamíferos medianos y grandes, se hará necesario la remoción de éstos a un sitio seguro, la manipulación de las crías se realizará con guantes para no impregnar a las crías del olor humano. Si no se logra capturar a la madre, se pueden seguir dos opciones, la primera es ver si la madre viene a recogerlos después y ella misma los lleva a un lugar más seguro, o si la madre huye permanentemente lo más viable es llevar a las crías a los zoológicos convenidos para este propósito (aktunchen o Croccocun) a los cuales se les proporcionen los cuidados necesarios para garantizar la sobrevivencia y posterior liberación in situ.
- Para capturar a la madre es necesario el uso de bastones sujetadores con lazo los cuales evitan lesiones al animal y al personal que efectúa la captura.
- Para capturar mamíferos medianos y grandes se utilizarán trampas Tomahawk, las cuales serán cebadas con distintas sustancias o alimentos. Estas trampas se colocarán en las cercanías de madrigueras u hoyos donde se considere que habita un mamífero, éstas se instalarán entre 6PM y una 1AM antes al inicio de las actividades.
- En caso de atrapar algún ejemplar, la trampa se cubrirá con una tela negra para evitar el stress del animal, posteriormente se verifica la condición del individuo, y si no presenta lesión o enfermedad alguna se procederá a la reubicación lo más pronto posible.
- Para mamíferos pequeños como los roedores es necesario colocar las trampas tipo Sherman de diferentes tamaños, las cuales se instalarán durante la noche sobre el trazo carretero, en la madrugada antes del desmonte durante 3 días. En general casi siempre es necesario capturar los ejemplares de roedores ya que su rango de movimiento es pequeño en comparación con los grandes mamíferos, lo que los vuelve muy vulnerables a las perturbaciones ocasionadas por el proyecto.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Una vez capturado algún ejemplar, se procede a la reubicación en alguna de las zonas designadas con la misma asociación vegetal alejándolo más de 1 km de la obra.
- En caso de sorprender a personal de la obra con ejemplares o derivados de mamíferos de la región, se procederá por parte de los encargados ambientales de la obra a decomisar el producto, y a ésta persona se le negará el derecho a ingresar a la obra de nuevo, de igual forma dependiendo de la gravedad de la falta se le dará aviso a las autoridades correspondientes para que se consigne a los responsables.

Durante los trabajos de caracterización se detectaron 47 especies de mamíferos de los cuales 10 se encuentran incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Para el rescate de mamíferos es necesario separarlos por grupos debido a las diferencias en tamaños, y características morfológicas de cada especie.

Mamíferos medianos y grandes

Dos semanas antes del inicio de obras se capacita al personal encargado del rescate, e inician los monitoreos para detectar las especies presentes en la zona.

Esto implica dos tipos de muestreos, el primero es el método indirecto mediante la detección de huellas y rastros, este método implica el realizar recorridos para localizar los rastros, una vez detectado se identifica de que especie se trata y se revisa si se encuentra en la NOM059-SEMARNAT-2001.

Para la identificación correcta de huellas y rastros se utilizarán como apoyo las guías de campo como la de Marcelo Aranda. Una vez identificado el ejemplar se prepara la trampa con el cebo indicado dependiendo si la especie es herbívora o carnívora.

Dependiendo de las especies observadas y detectadas se preparan las trampas tipo Tomahawk las cuales se colocarán en los sitios donde se detecta que es frecuente la presencia de la especie. En este método no se respeta ninguna distancia entre trampas ya que éstas se colocan donde se observa la presencia de la especie que se desea capturar.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Figura 4 Trampa Tomahawk para mamíferos medianos y grandes

Para el monitoreo directo en donde no se reconocen los rastros sino que se observan directamente las especies presentes se realizarán recorridos y zonas de trampeo en donde cada trampa puede tener 100 m de distancia de la siguiente, se programarán 10 días para la captura de herbívoros y 10 días para la captura de carnívoros. De igual manera se utilizarán trampas del tipo Tomahawk las cuales serán de tamaño mediano y grande para mamíferos de diferentes tallas.

Las trampas se colocarán en las tardes o noches al fin de cada turno para permitir que la fauna se acerque a la zona de obra y pueda ser capturada. Se procurará que el ejemplar capturado será transportado en la misma jaula, pero existen casos en que el ejemplar se estresa y es necesario transferirlo a una jaula transportadora para evitar que se lesione con el metal de la trampa.

Se contará con un total de 10 trampas tipo Tomahawk de tamaño grande, para felinos principalmente y 10 trampas de tamaño mediano para mamíferos mas pequeños.

Se contará con un total de 3 jaulas transportadoras de tamaño grande y 5 jaulas transportadoras de tamaño pequeño.

Una vez capturado el animal, dependiendo del grado de stress podría ser necesario traspasarlo a una jaula transportadora o no esto se decide en el sitio. Se revisa al ejemplar

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

y se determina su estado de salud en caso de presentar alguna lesión grave será necesario llevarlo a las instalaciones designadas para su atención y recuperación. Una vez recuperado el organismo se reintroducirá en alguna de las zonas destinada dentro del SAR de Tulum para este propósito (Figura 5).

En el caso de que el ejemplar capturado presente buenas condiciones de salud, se procederá a liberarlo en una de las tres zonas designadas dentro del mismo SAR por cuestiones de logística o de horario podría ser posible retenerlo una noche en las instalaciones temporales para ser liberado al día siguiente. Se recomienda que el animal capturado no permanezca más de 24 h encerrado.

Madrigueras

Para localizar madrigueras y crías es necesario revisar troncos, huecos, ramas y árboles para verificar que no hay madrigueras con crías.

Puede suceder que se encuentre alguna madriguera con crías, depende mucho de la especie y la especie que se trate para determinar la acción a tomar.

En caso de ser especies peligrosas como felinos, o algunos mustélidos será necesario sedar a la madre en caso de estar presente, si la madre es de tamaño pequeño. Se podría proceder a capturar con el domador tipo lazo o con una red para poder posteriormente manipular al individuo.

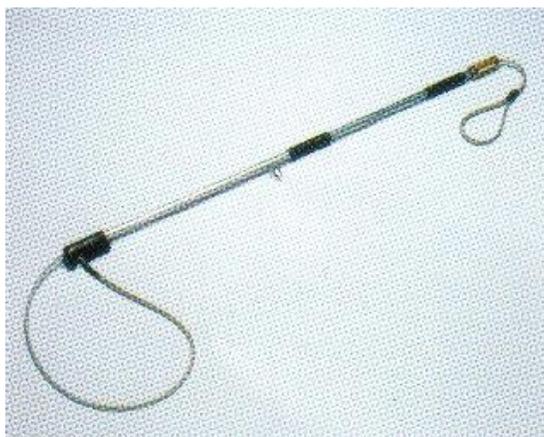


Figura 5 Domador para sujetar especies medianas de mamíferos

Es muy importante tomar las crías con guantes para evitar que el olor humano se impregne en ellas y que la madre no los reconozca y los rechace.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Una vez capturados y retirados del área de peligro se procede a designar una de las tres zonas designadas para la liberación dentro del mismo SAR.

Contención química

Para la contención química es necesaria la presencia de un especialista en el tema, ya que las dosis son muy variadas dependiendo de la especie y la edad del organismo, esta será utilizada para felinos, y primates principalmente en caso de ser requerida.

Para esto se requiere un rifle disparador de dardos tranquilizantes o una cerbatana. A veces el individuo sedado en el caso de primates, es necesario subir a los árboles para bajarlos por lo que será necesario el uso de cuerdas y arneses de seguridad.

Una vez que se tiene capturado al ejemplar sedado se procede a revisar la condición de éste, en caso de presentar lesión, enfermedad o alguna condición que impida su liberación será trasladado a las instalaciones zoológicas donde se le pueda prestar la atención necesaria y adecuada.

En caso de estar en buenas condiciones, el ejemplar se transporta a la instalación temporal para que se recupere del sedante, se mantenga en observación y sea liberado en alguna de las zonas seleccionadas.

El caso del jaguar (Panthera onca) y el mono araña (Ateles geoffroyi).

Estas especies se distribuyen en la región donde se localiza el presente proyecto y resalta su importancia debido a que se encuentran protegidas por la legislación ambiental de nuestro país. Ambas se catalogan como En Peligro de Extinción (P) en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La sobrevivencia de estas especies está amenazada por la pérdida del hábitat debido a la deforestación, agricultura y ganadería. Estos mamíferos son de los primeros en desaparecer con el avance de la frontera agropecuaria, por lo que su presencia es un indicador de ecosistemas en buen estado. Adicionalmente, la cercanía del ganado doméstico en el territorio del jaguar ha promovido un conflicto que ha fomentado su cacería.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

En este sentido se proponen medidas de mitigación particulares para la protección de estas especies, aunado a las propuestas para los demás mamíferos y los otros factores ambientales.

- Orientar e informar a los ganaderos de la región sobre el programa de pagos por accidentes del ganado con fauna salvaje.
- Monitoreo de individuos mediante el uso de fototrampas.
- Propiciar la continuidad de la vegetación.
- Manejo del efecto e impacto de barrera por la carretera mediante influencia en el diseño de las obras de la vía (Payán *et al.*, 2013).
- Promoción y apoyo a iniciativas de conectividad entre unidades de conservación aledañas.
- Participación en redes de monitoreo de jaguar y mono araña, cooperando con investigadores y reportando individuos con radio-collares.

Mamíferos pequeños (Roedores)

En el caso de roedores se harán muestreos nocturnos colocando un promedio de 20 a 30 trampas a una distancia 25 metros para abarcar la mayor área posible.

Debido a que los roedores tienen un ámbito hogareño pequeño, quedando siempre cerca de la madriguera, y que ante algún peligro se oculta en su guarida, se vuelven vulnerables ante la perturbación ocasionada por la maquinaria que desmonta y prepara el sitio, por esta situación es necesario retirar todos los ejemplares posibles de la línea del trazo.



Figura 6 Trampa tipo Sherman para roedores

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Una vez capturado el organismo se procede a su identificación y evaluación de salud en caso de presentar buenas condiciones se procede a su liberación, en caso de que presente alguna lesión o enfermedad se procederá a prestarle la atención adecuada.

Cabe mencionar que este proceso de captura se hará entre una semana y 24 h antes de que la maquinaria afecte la zona.

Se tomará un archivo fotográfico de cada ejemplar rescatado para presentar el reporte a la autoridad correspondiente.

De igual forma se requiere de un grupo de 8 a 10 personas que hagan trabajos generales de rescate de fauna durante los primeros 4 meses, que son la etapa mas intensa del rescate.

Posteriormente se reduce la plantilla a 4 o 5 personas que son las que patrullarán la zona de obra para ir rescatando especies que ocasionalmente lo requieran.

Metodología de rescate de Herpetofauna

Cuando se hace referencia a la Herpetofauna se abarcan los grupos de anfibios y reptiles.

Ambos grupos están muy ligados al microhábitat, su rango de movilidad es muy corto lo que los vuelve muy vulnerables a los impactos ocasionados por el proyecto por lo que es necesario reubicar cualquier organismo de este grupo que se encuentre sobre el trazo de la obra y 10 m por ambos lados debido al efecto de borde de la carretera.

Las medidas de mitigación estarán dirigidas principalmente a las especies amenazadas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y hacia las especies consideradas como raras dentro del SAR por considerarse especies vulnerables y con alta probabilidad de verse afectadas durante la construcción y operación de la obra. Sin embargo, por las características de las acciones y medidas propuestas, aparte de las especies antes mencionadas, otras especies de anfibios y reptiles del SAR serán beneficias.

Antes del despalme

- Para el rescate de anfibios es necesario realizar muestreos nocturnos, esto puede ser de una a 5 noches antes de que la maquinaria afecte el sitio. Para esto es necesario efectuar recorridos en sitios cercanos a charcas y localizar los sitios de donde provienen los cantos de las ranas.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Si el desarrollo se inicia en la época de estiaje, el procedimiento de rescate consistirá en realizar recorridos a lo largo de todo el trazo carretero buscando entre los diferentes hábitats donde se localizan los anfibios. Durante el día se revisarán entre los amontonamientos de hojarasca y palos, debajo de troncos y ramas (familias: Bufonidae, Craugastoridae, Leptodactylidae, Microhylidae, Rhinophrynidae y Plethodontidae) y entre las brácteas de bromelias u otras epífitas y plantas (familia Hylidae). Durante las noches se les buscará posados entre las hojas de los arbustos y plantas (Plethodontidae y Hylidae), sobre la hojarasca y sobre los troncos de los árboles (todas las familias). Se realizarán los recorridos tres veces al día.

En la mañana de 08:00 a 12:00, en la tarde de 15:00 a 18:00 y en la noche de 20:00 a 24:00 horas.

- Durante la época de lluvias, se buscarán a los anfibios en las charcas, aguadas y pantanos que se localicen a lo largo del trazo carretero, durante esta época se puede encontrar tanto individuos adultos, como larvas y huevecillos. Durante la noche se revisarán charcas donde se congregan cientos de ranas, estos se depositarán en tarjas de plástico con tapa perforadas con un poco de agua.
- La reubicación se realizará al día siguiente de la captura en hábitats similares a donde fueron capturados, debido a que cada especie se reproduce en hábitats distintos. Los ejemplares capturados serán manipulados lo menos posible. A cada especie capturada se le tomarán mínimo cinco fotografías para conformar un archivo correspondiente. En este caso la captura se realizara de 72 a 24 h antes del despalme.
- Para la captura de anfibios se utilizarán lámparas y redes de acuario para evitar lesionar los organismos que se pretenden reubicar.
- Para reptiles será necesario revisar todos los microhábitats posibles, troncos caídos, huecos, debajo de la hojarasca, en las ramas y debajo de las rocas con ganchos y pinzas herpetológicas con el fin de localizar la mayor cantidad de individuos para reubicar. Es preferible hacerlo durante las horas de la mañana, en el tardecer y la noche que es cuando la mayoría de especies salen de sus madrigueras y están más visibles.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- En el caso de reptiles las tortugas pueden ser capturadas a mano y en caso de estar en cuerpos de agua es necesario el uso de trampas de embudo con cebo para poder reubicarlas a los sitios anteriormente mencionados.
- Las lagartijas y pequeñas iguanas se pueden capturar con una caña de pescar o sujetadores hechos con hilo delgado el cual permite atrapar al ejemplar a una distancia de hasta 3-4 metros (Figura 7).



Figura 7 Lagartija del género Anolis con distribución en la Península de Yucatán

- Para el caso de serpientes se utilizarán ganchos y pinzas herpetológicas ya que por su forma no es fácil atraparlas con otro instrumento y por ser algunas especies venenosas y peligrosas al manipularlas. Una vez capturadas se depositan en un costal o bolsa de manta para su posterior reubicación.
- Una vez capturado el ejemplar, ya sea anfibio o reptil, se revisa el estado general del mismo y se evalúa la posibilidad de liberarlo en las zonas destinadas para este fin.
- En caso de no poder ser liberado en el mismo día, se depositará temporalmente en terrarios adaptados para cada grupo, es decir, el terrario de los anfibios requiere más humedad y el de reptiles no tanto, se debe procurar la liberación lo más pronto posible.
- Se observa un cuerpo de agua grande cerca de la porción sur del trazo, en donde existen poblaciones de cocodrilos, tortugas acuáticas y anfibios. Para este caso

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

bastará con restringir el paso a este sitio y cercar esta porción del trazo para evitar atropellamiento y saqueo de organismos.

- En caso de sorprender a personal de la obra con ejemplares o derivados de reptiles y anfibios de la región, se procederá por parte de los encargados ambientales de la obra a decomisar el producto, y a esta persona se le negará el derecho a ingresar a la obra de nuevo, de igual forma dependiendo de la gravedad de la falta se le dará aviso a las autoridades correspondientes para que se consigne a los responsables.
- Todas las acciones de rescate, reubicación y mejoramiento de hábitat serán reportadas a las autoridades ambientales competentes.

Metodología para el rescate de anfibios y reptiles

Ahuyentamiento

Antes del despalme y relleno será necesario realizar las acciones de ahuyentamiento de la fauna, esta se realizará por un grupo de cuatro personas dirigidas por un especialista en anfibios y reptiles (en total cinco personas). Consistirá que 48 horas previas al despalme de una sección del trazo carretero el grupo recorrerá dicha sección; de uno a tres kilómetros (la distancia dependerá de la tasa de avance de la obra por día), durante el recorrido los integrantes agitarán los árboles pequeños, los arbustos y hierbas, así como removerán piedras y amontonamiento de hojarasca y/o palos. Asimismo, producirán mucho ruido con silbatos y sirenas de gas comprimido. Esta técnica será efectiva para ahuyentar a las especies de amplios y rápidos movimientos como son las iguanas (*Ctenosaura similis*), los toloques (*Basiliscus vittatus*) y teidos (*Ameiva undulata* y *Aspidocelis sp*) y las serpientes de tamaño mediano y grandes, por ejemplo: la boa (*Boa constrictor*), las raneras (*Drymobius margaritiferus*, *Leptophis mexicanus*), las bejuquillos (*Imantodes cenchoa*, *Oxybelis aeneus*), la ratonera (*Pseustes poecilonotus*), la voladora (*Spilotes pullatus*), la culebra negra (*Drymarchon melanurus*) y la nauyaca (*Bothrops asper*), entre otras.

La mayoría de los anfibios y los otros reptiles, se esconderán en sus madrigueras y escondites, que en la mayoría de los casos se encuentran a poca distancia de donde realizan sus actividades. En este caso se anotará los lugares donde se esconde para su posterior rescate y reubicación.

El ahuyentamiento se realizará durante tres periodos a lo largo del día en los siguientes horarios: 9:00 a 12:00, 16:00 a 18:00 y de 20:00a 23:00 y abarcarán el área del trazo carretero y 10 metros al lado de éste (derecho de vía). Cada individuo se colocará a una

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

distancia de cinco metros con respecto al otro y recorrerán el área en forma paralela a una velocidad homogénea, tratando de mantener un frente uniforme. Cada miembro del equipo de ahuyentamiento estará equipado con botas y polainas para protegerse de mordeduras de especies potencialmente peligrosas (*Bothrops asper* y *Crotalus simus*), un silbato, una sirena de gas comprimido, un gancho o pinza herpetológica, una lámpara de cabeza, una libreta de anotaciones resistente al agua y humedad, un marcador de anotaciones indeleble y una mochila. Además, el equipo tendrá un GPS y diez antídotos antiviperinos.

Captura y reubicación de herpetofauna

Durante el derribo de árboles, levantamiento de suelo, hojarasca y rocas, diversos grupos de anfibios y reptiles del SAR quedarán expuestos. Estas corresponde a las especies de hábitos fosoriales como son los anfibios *Gastrophryne elegans* (Sapito borrego), *Hypopachus variolosus* (Sapito) y *Rhinophrynus dorsalis* (Sapo borracho); así como, los reptiles *Ficimia publia* (culebrita), *Tantilla canula* (Culebra traga ciempiés), *Kinosternon creaseri* (Pochitoque), *Kinosternon leucostomum* (Pochitoque) y *Kinosternon scorpioides* (Pochitoque), entre otras.

Estas especies viven enterrados en el suelo durante la época de estiaje o escondidos entre los escombros de hojarasca y rocas. Asimismo, muchas de las lagartijas y culebras terrestres del SAR tienen sus madrigueras entre las rocas, acumulamientos de hojarasca y troncos y, en los huecos y hoyos en la tierra. Por otra parte, la mayoría de los anfibios de la familia Hylidae, durante la época de estiaje y durante el día en la época de lluvias viven entre las epifitas de los árboles y en las brácteas de las plantas, además todos los reptiles considerados como de hábitos arborícolas estrictos realizan sus actividades entre el follaje y las ramas de los árboles.

Por consiguiente, se promoverá el rescate y reubicación de los grupos animales mencionados en el párrafo anterior y que se encuentren durante el proceso de despalme y construcción de la carretera. Para lo anterior, se conformarán dos grupos, formados preferentemente por biólogos o estudiantes de biología. Estos grupos además del rescate y reubicación realizarán las actividades de ahuyentamiento.

Anfibios

Dentro del SAR existen 19 especies de anfibios, los cuales son organismos que presentan distintos hábitos desde fosoriales hasta arborícolas, sin embargo, la mayoría se desarrollan en zonas donde existe humedales temporales y/o permanentes. Su comportamiento y

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

abundancia varía en el año. Durante la época de estiaje, los organismos se dispersan y distribuyen a lo largo de las selvas, escondidos entre la hojarasca, debajo de troncos y hierbas o en las brácteas de bromelias o plantas de hojas anchas y grandes. Mientras que en la época de lluvias se concentran en los cuerpos de agua, charcas, aguadas, ríos y cenotes. Por consiguiente dependiendo de la época de cuando se inicie los procesos de despalme, relleno y nivelación de la carretera, habrá que poner mayor énfasis en ese hábitat y microhábitat.

Si el desarrollo se inicia en la época de estiaje, el procedimiento de rescate consistirá en realizar recorridos a lo largo de todo el trazo carretero buscando entre los diferentes hábitat donde se localizan los anfibios. Durante, se buscarán entre los amontonamiento de hojarasca y palos, debajo de troncos y ramas (familias: Bufonidae, Craugastoridae, Leptodactylidae, Microhylidae, Rhinophrynidae y Plethodontidae) y entre las brácteas de bromelias u otras epífitas y plantas (familia Hylidae). Durante las noches se buscarán posados entre las hojas de los arbustos y plantas (Plethodontidae y Hylidae), sobre la hojarasca y sobre los troncos de los árboles (todas las familias). Los recorridos se realizarán tres veces al día. En la mañana de 8:00 a 12:00, en la tarde de 15:00 a 18:00 y en la noche de 20:00 a 24:00 horas.

De todos los individuos colectados, independientemente de la técnica de captura, se obtendrá la siguiente información: hora de captura, fecha de captura, localidad, latitud y longitud (se utilizará un Geoposicionador), altitud, características del hábitat, hábitos, coloración, sexo, etc. Los ejemplares capturados serán manipulados lo menos posible. A cada ejemplar capturado se le tomarán mínimo tres fotografías para conformar un archivo correspondiente. Todos los datos de colecta se recopilarán en bitácoras de registros previamente diseñadas; que además incluirán los datos del sitio donde serán reubicados.

Asimismo, toda la información de las bitácoras será compilada en una base de datos computarizada para un manejo rápido y eficiente de la información.

Los ejemplares capturados serán depositados en bolsas de plástico con un poco de hojarasca y depositados en hileras con un poco de hielo hasta su reubicación. Todas las bolsas serán etiquetadas con un número de catalogo individual, progresivo y único para evitar confusiones del área donde fueron capturadas. De igual forma se construirán terrarios (junto al vivero rústico de la MM3) adaptados para la conservación temporal de anfibios y reptiles. La estancia en cautiverio no pasará de dos días. Estos ejemplares capturados se mantendrán en las instalaciones temporales de fauna.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Durante el cautiverio es bueno permitir la entrada controlada del personal de obra para que observen los organismos y de esta forma ellos se vean motivados a participar en el rescate de fauna avisando de la presencia de algún organismo.

Durante la época de lluvias, se buscarán a los anfibios en las charcas, aguadas, pantanos y cenotes que se localicen a lo largo del trazo carretero, durante esta época se podrá encontrar tanto individuos adultos, como larvas y huevecillo. Por consiguiente la mayoría de los recorridos se realizarán durante la noche en un horario de 19:00 a 24:00, donde se recolectará la mayor cantidad de los individuos observados (considerando que en un humedal de unos pocos metros cuadrados de área, se podrá encontrar desde una decena de individuos hasta cientos de ellos), estos se depositarán en tarjetas de plástico con tapa perforadas con un poco de agua, se utilizará una caja para cada una de las especies capturadas, en el caso de encontrar pocos individuos de una especie, se transportarán en bolsas de plástico. La captura será manual o utilizando redes especialmente construidas para este grupo de fauna (similares a las redes de acuario, pero con mango largo). Para el rescate de las larvas de anuros, los recorridos estarán dirigidos exclusivamente hacia los cuerpos de agua localizados a lo largo del trazo, estos se realizarán entre las 08:00 y las 12:00 de la mañana. El grupo de rescate "peinará" el área del humedal donde se observen os renacuajos con redes de arrastre, todos los ejemplares capturados serán depositados en tarjetas de plástico transparente de las siguientes dimensiones: 90 X 60 X 30 cm, con suficiente agua para que las larvas puedan sobrevivir al menos dos días.

La reubicación tanto de adultos como de larvas se realizará al día siguiente de la captura en hábitats similares a donde fueron capturados, debido a que cada especie se reproduce en hábitats distintos. Al igual que los ejemplares capturado en la época de estiaje, de todos los individuos colectados, se obtendrá la siguiente información: hora de captura, fecha de captura, localidad, latitud y longitud (se utilizará un Geoposicionador), altitud, características del hábitat, hábitos, sexo, etc. Los ejemplares capturados serán manipulados lo menos posible. A cada especie capturada se le tomaran mínimo tres fotografías para conformar un archivo correspondiente.

Reptiles

Dentro del SAR se distribuyen 61 especies de reptiles, de los cuales, 26 son lagartijas, 28 serpientes, cinco tortugas y dos cocodrilos (estos últimos no se encontrarán cercanos al derecho de vía). La mayoría de los reptiles tienen ámbitos hogareños relativamente pequeños y restringidos por lo tanto siempre se les va a observar en los mismos sitios (lagartijas y algunas serpientes), mientras que otros reptiles como las tortugas y las serpientes grandes van a presentar grandes desplazamientos, sobre todo en la época de

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

lluvias. Por lo tanto, las técnicas de rescate van a ser diferente en los distintos grupos, algunas especies como las de desplazamiento rápido será suficiente con en ahuyentamiento, pero otras, las de ámbito hogareño pequeño y restringido será necesario una búsqueda activa y minuciosa.

Para el grupo de reptiles de ámbitos hogareños pequeños, se realizarán los recorridos de recolecta y reubicación a lo largo del trazo carretero de 24 a 72 h de anticipación, éstos se realizarán durante dos periodos a lo largo del día en los siguientes horarios: 08:00 a 12:00, 16:00 a 19:00, abarcarán el área del trazo carretero y 10 m al lado de éste (derecho de vía).

Cada brigadista se colocará a una distancia de cinco metros con respecto al otro y recorrerán el área en forma paralela a una velocidad homogénea, tratando de mantener un frente uniforme.

A lo largo del recorrido los brigadistas buscarán en forma minuciosa debajo de troncos, entre y debajo de las piedras, entre amontonamientos de hojas y palos, en los troncos de los árboles vivos y en el dosel de la selva. Los reptiles se capturarán manualmente, pero en el caso de las serpientes venenosas (*Bothrops asper* y *Crotalus simus*) la captura será con las pinzas herpetológicas, para las lagartijas arborícolas utilizarán las cañas de pescar plegables que estarán modificadas con lazo corredizo en su extremo distal. Todos los reptiles capturados se colocarán en bolsas de manta para su transporte, éstas estarán debidamente etiquetas para su identificación. Se tomarán los datos de hora de captura, fecha de captura, localidad, latitud y longitud (se utilizará un Geoposicionador), altitud, características del hábitat, hábitos, coloración, sexo. Los datos serán compilados en las bitácoras correspondientes, además a cada ejemplar capturado se le tomará un mínimo de tres fotografías para el archivo fotográfico.

Otra técnica que se utilizará para hacer más eficiente el rescate de este grupo será la instalación de 20 cercas de desvío y trampas de embudo. Es la técnica más efectiva para la captura de reptiles que tienen actividad nocturna o muy discreta. El fundamento de ésta técnica, se basa en la intercepción de animales con las cercas, ya que al encontrarse con éstas los reptiles cambian de dirección a la izquierda o derecha y continúan a lo largo de la cerca hasta que caen dentro de las trampas de embudo. Las medidas de las cercas de desvío serán de 30 m de longitud por 50 cm de alto. Las trampas se colocarán a lo largo de tres kilómetros en el trazo carretero, 15 días antes del inicio de las operaciones y se revisarán todos los días en las mañanas.

En el caso de las tortugas dulceacuícolas, serán capturadas a mano si se encuentran entre la hojarasca o debajo de tronco. Si a lo largo del trazo se localizan cuerpos de agua es

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

necesario el uso de trampas de embudo con cebo, las cuales se colocarán durante dos noches anteriores al despalme, esta técnica de trampeo es muy efectiva para el grupo (Figura 8).



Figura 8 Sistema de trampeo de tortugas dulceacuícolas (izq.) y *Kinosternon leucostomun* capturadas en las trampas (der.)

Reubicación

Todos los anfibios y reptiles capturados serán trasladados en sus contenedores a las instalaciones temporales. Los anfibios capturados serán mantenidos en sus bolsas de plástico dentro de hieleras con poco hielo para mantener su temperatura y evitar que muera por sofocación, mientras que los sacos que contienen los reptiles serán mantenidos dentro del almacén. Los anfibios serán revisados cada cuatro horas para ver su condición, cada vez que se revisen las bolsas serán airadas. Los sacos que contengan reptiles venenosos, serán etiquetados con "No tocar, especie potencialmente peligrosa".

Los ejemplares serán translocados (reubicados) al día siguiente a la captura en tres zonas seleccionadas ubicadas a 1, 3 y 5 km del trazo dentro del SAR los cuales presentan condiciones adecuadas para este propósito. Para ello será auxiliar la información anotada en la bitácora de captura. A su vez las bitácoras serán actualizadas con la información de las localidades donde se liberarán a los especímenes.

Si por algún motivo los anfibios y reptiles no pueden ser liberados a las 24 horas, los ejemplares se trasladarán a cajas de plástico transparente con tapas perforadas para permitir su ventilación. Los contenedores tendrán las siguientes dimensiones: para los anfibios serán de 90 x 60 x 30 cm y para los reptiles de 90 x 90 x 90 cm, aunque para este último grupo se tendrá un stock de cajas de distintas dimensiones para los diferentes tamaños de serpientes.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El objetivo de esta medida es reducir el estrés del animal y su muerte durante el proceso de cautiverio. Si por alguna razón extraordinaria el ejemplar muere, éstos serán preparados, etiquetados y conservados según la técnica de Pisani y Villa (1974), y serán donados a una colección científica de la región sureste.

Seguridad

Debido a que en estos grupos se manejan especies venenosas con alta peligrosidad para el ser humano y a que éstas se estarán manipulando. El riesgo de una mordedura ofídica es muy alto por lo que es recomendable el mandar cartas a las instituciones médicas más cercanas y el solicitar antídotos antiviperinos y antídotos antimicruricos para prestar una atención rápida y eficaz en caso de algún accidente. Solicitar que éstos sean conservados en los hospitales cercanos para evitar perder tiempo mientras se traen de otro sitio.

Asimismo, los equipos de rescate contarán con 30 trampas tipo "cerca de desvío" (Figura VI.9), para la captura de los anfibios y reptiles. La guía de los reptiles de Centroamérica de Kohler (2003), la guía de anfibios y reptiles de la Península de Yucatán de Lee (2000) y la guía de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an y zonas aledañas de Mandujano et al. (2008), las cuales se utilizarán para la identificación de la herpetofauna capturada.



Figura 9 Trampas tipo cerca de desvío para la captura de anfibios y reptiles

El rescate de la fauna consistirá en realizar recorridos entre tres días y 12 horas de anticipación al inicio del despalme y se realizará a lo largo de todo el trazo. Abarcarán el área del trazo carretero más diez metros a cada lado de éste (derecho de vía). También el

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

equipo de rescate estará presente en el momento en que el personal de la obra derribe los árboles grandes y/o cuando la maquinaria remueva los escombros y piedras, con el objetivo de rescatar a los anfibios o reptiles observados durante este proceso.

Se requiere que una persona de la brigada de fauna supervise el desmonte o en caso de ser posible se suba a la máquina para observar las especies de fauna que salgan con el derribe de árboles y movimiento de piedras.

Antes del inicio del rescate el grupo contará con los permisos de colecta y liberación de la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT. El personal que realice el rescate de flora puede apoyar en el que rescate de fauna, ya que el personal que rescata plantas muchas veces encontrará reptiles y anfibios durante este proceso, por lo que sería un ahorro en tiempo el capacitar a dicho personal para que participen en la captura de algunos organismos.

Indicadores de éxito para las acciones propuestas. Con el propósito de evaluar el desempeño de esta MM2, y corregirlas de manera oportuna, se han generado una serie de indicadores con un umbral que servirá de referencia para definir el grado de éxito alcanzado por cada una de las acciones propuestas. En aquellos casos en los cuales los indicadores no cumplan con el umbral esperado se implementarán acciones o medidas correctivas.

En la Tabla 6 se presenta cada una de las acciones de mitigación, su valor umbral y las medidas correctivas en caso de no alcanzar dicho valor.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 6 Indicadores de éxito para las acciones llevadas a cabo en el rescate de fauna

Indicador	Valor umbral	Acciones requeridas
Comunicación entre los operadores de la obra y el equipo de rescate y reubicación	El equipo de rescate participa en el 85 % o más de las reuniones y juntas sobre la planeación y cambios de la obra.	Se promoverá una reunión con los coordinadores de la obra para hacer notar que no se le está invitando al grupo de rescate de fauna a las reuniones de planeación de la infraestructura.
Recomendaciones del grupo de rescate de fauna	El 80 % o más de las opiniones emitidas por el equipo de rescate de fauna son consideradas en la planeación y procesos de la obra.	Si menos del 80% de las recomendaciones y opiniones del grupo de rescate de fauna y flora son consideradas en la planeación y proceso de la obra, se emitirá un comunicado a los constructores para reconsiderar estas acciones. Si el problema persiste se hará una notificación oficial a la SEMARNAT.
Número de platicas y porcentaje de participación en el Programa de Inducción ambiental y Capacitación	Se imparten mínimo seis platicas de inducción al personal de la obra. Mínimo el 80 % del personal de la obra asiste a los cursos de inducción ambiental	Si no se logra el mínimo requerido de impartición de curso y asiste menos del 80% del personal de la obra a los cursos, se realizará una campaña de difusión a través de repartición de crípticos informativos, colocación de mamparas con información referente al reglamento de la obra y a los objetivos del rescate de la fauna y flora.
No. de individuos ahuyentados	Mínimo 80 individuos de todos los grupos de vertebrados por kilómetro lineal son ahuyentados durante las actividades de ahuyentamiento.	Si no se logra el mínimo requerido, se aumentará el número de personas dedicadas al ahuyentamiento y se utilizaran otro instrumento que generen mayor cantidad de ruido (Aumento del número de decibeles).
Porcentaje de efectividad durante el Rescate y captura	Los sistemas de trampeo utilizados durante el rescate tienen una efectividad mínima del 20 %. Se rescatan al menos 40 individuos de las diferentes especies de vertebrados por kilómetro lineal. Se rescatan mínimo 8 nidos por kilómetro lineal antes del proceso de despalme.	Si los sistemas de trampeo no alcanzan la efectividad mínima, se aumentará el número de trampas y se cambiara de cebo. Si el rescate no alcanza el mínimo requerido de individuos y de nidos rescatados, se aumentara la cantidad de personal dedicada a la labor de rescate y se aumentada la cantidad de horas dedicada a tal actividad.
Porcentajes Reubicación y mortalidad de los individuos rescatados	Se reubican más del 90 % de los individuos rescatados. Menos del 5% de mortalidad de individuos capturados durante los procesos de mantenimiento y reubicación.	Si no se alcanza el mínimo requerido de individuos reubicados, se buscarán zonas de reubicación más cercanas y adecuadas. Si existe una mortalidad mayor al 5%, se reacondicionará el lugar de mantenimiento de los ejemplares capturados, todos los individuos se pondrán en contenedores desde las primeras horas de la captura y por ningún motivo se mantendrán más de 24 horas en cautiverio. Además se considerara la sustitución del veterinario especialista en fauna silvestre para el cuidado de los ejemplares en mantenimiento.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Integración y análisis de precios unitarios: Se presenta un desglose de los costos considerados para llevar a cabo la MM2, al final se incluye el total, en todos los casos, se considera el precio más alto, para que sirva para fines de afianzamiento de cada medida de mitigación; pero cuando se concursa la obra y sus MM, es cuando se tendrán los montos exactos, ya que depende de la empresa ejecutora que gane el concurso (Tabla 7).

Tabla 7 Precios unitarios para llevar a cabo MM2

Material	Cantidad	Precio unitario	Total	Observaciones
Cañón proyector	1	\$17,050.00	\$17,050.00	Impartir pláticas de inducción, capacitación, presentaciones
Computadora portátil con Batería larga duración	1	\$13,750.00	\$13,750.00	Reportes, informes y procesamiento de datos, platicas presentaciones
Memoria portátil de 380 GB	1	\$2,200.00	\$2,200.00	Respaldo y resguardo de información
Memoria USB portátil 4 GB	2	\$330.00	\$660.00	Transporte de información
Un rotafolio con soporte	1	\$2,420.00	\$2,420.00	Curso inducción
100 hojas para rotafolio	100	\$11.00	\$1,100.00	Curso inducción
100 impresiones a color	100	\$11.00	\$1,100.00	Curso inducción
Pintarrón grande	1	\$165.00	\$165.00	Curso inducción
Paquete de Plumones indelebles	3	\$77.00	\$231.00	Curso inducción
Mesa de 1.50 x 1 m	1	\$1,100.00	\$1,100.00	Curso inducción
Equipo de radios portátiles de largo alcance	8	\$4,400.00	\$35,200.00	Comunicación
Radio Base con Antena	1	\$10,450.00	\$10,450.00	Comunicación
Binoculares 10X	3	\$1,100.00	\$3,300.00	Para localización de individuos, nidos y su identificación
Guía de campo National Geographic, Birds of NA.	1	\$770.00	\$770.00	Consulta e identificación
Guía de campo Peterson y Chalif Aves de México	1	\$550.00	\$550.00	Consulta e identificación
Guía de campo Howell and Web, Birds of México and Northern Central America	1	\$1,650.00	\$1,650.00	Consulta e identificación
Rollos de cinta amarilla con la leyenda de precaución	10	\$220.00	\$2,200.00	Marcaje de nidos
Par de Guantes de carnaza	20	\$77.00	\$1,540.00	Protección en la Manipulación de fauna

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Rollo de franela	3	\$550.00	\$1,650.00	Protección en la Manipulación de fauna
Trampas Tomahawk tamaño grande	20	\$4,359.74	\$87,194.80	Captura de fauna
Trampas Tomahawk tamaño chica	10	\$3,135.00	\$31,350.00	Captura de fauna
Machetes	30	\$88.00	\$2,640.00	Abrir brechas, cortes etc.
Caja de limas triangulares	50	\$440.00	\$22,000.00	Afilado de machetes
Rollo de piola calibre 15 o 18	40	\$88.00	\$3,520.00	Elaboración de trampas, sujetadores etc
Cámaras Canon Rebel T2i	2	\$16,500.00	\$33,000.00	Archivo fotográfico
Memoria SD de 16 gigas	2	\$2,200.00	\$4,400.00	Archivo fotográfico
Tarjeta de memoria para cámara fotográfica 2 GB	10	\$550.00	\$5,500.00	Auxiliar en campo
Batería adicional para cámara fotográfica	5	\$1,100.00	\$5,500.00	Auxiliar en campo
Jaula transportadora para mascota grande	4	\$990.00	\$3,960.00	Transporte de fauna capturada
Jaula transportadora para mascota chica	4	\$550.00	\$2,200.00	Transporte de fauna capturada
Impresora inyección de tinta	1	\$1,650.00	\$1,650.00	Impresión de documentos, reportes, oficios etc.
Guía de campo Rastros de Mamíferos, M. Aranda	1	\$550.00	\$550.00	Consulta e identificación
Guía de campo Mamíferos Península de Yucatán R. Robles	1	\$220.00	\$220.00	Consulta e identificación
Guía de Campo Mamíferos Am. F. Reid	1	\$550.00	\$550.00	Consulta e identificación
Domadores de Bastón	4	\$3,300.00	\$13,200.00	Captura de fauna
Guantes de piel de borrego electricista	20	\$55.00	\$1,100.00	Captura de fauna
Paquete de cinta masking tape o gris	5	\$495.00	\$2,475.00	Manipulación de fauna
Bastones con red	4	\$605.00	\$2,420.00	Contención de fauna
Trampas tipo Sherman	50	\$424.27	\$21,213.50	Captura de fauna
Cerbatanas	2	\$1,100.00	\$2,200.00	Captura primates
Dardos tranquilizantes	1		\$9,900.00	Captura primates
Anestésicos			\$17,600.00	Captura primates
Rifle de aire para disparo de dardos fauna	1	\$19,250.00	\$19,250.00	Captura primates
GPS GARMIN Dakota™ 10-10, almacena 1000 puntos y 200 tracks, Cumple la norma IPX7 del IEC 529 (resistente a brisa y lluvia, NO SUMERGIBLE)	2	\$7,150.00	\$14,300.00	Marcaje de puntos de captura y liberación
Brújula	4	\$330.00	\$1,320.00	Trazo de transectos, ubicación
Ganchos herpetológico de 102 cm de aluminio templado	4	\$550.00	\$2,200.00	Manipulación de fauna
Pinza herpetológica	2	\$1,536.15	\$3,072.30	Captura y manipulación de fauna
Paquete 25 kg bolsas de plástico mediana	1	\$990.00	\$990.00	Manipulación de fauna
Sacos de manta o costales	200	\$11.00	\$2,200.00	Transporte reptiles

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Libreta de campo transito	10	\$55.00	\$550.00	Apuntes de datos en campo
Paquete bolígrafos	5	\$44.00	\$220.00	Apuntes de datos en campo
Paquete lápices	5	\$44.00	\$220.00	Apuntes de datos en campo
Flexómetro de 50 m	4	\$330.00	\$1,320.00	Mediciones en campo
Flexómetro 5 m	4	\$55.00	\$220.00	Mediciones en campo
Mochilas	10	\$660.00	\$6,600.00	Transporte de herramienta y material
Caña de pescar plegable	4	\$440.00	\$1,760.00	Captura reptiles
cajas de plástico de 90x60x30 para terrario de	10	\$330.00	\$3,300.00	Contención de fauna
cajas de plástico de 40x40x40	10	\$220.00	\$2,200.00	Contención de fauna
cajas de plástico de 90x90x90	10	\$440.00	\$4,400.00	Contención de fauna
cajas de plástico de 90x60x30	10	\$385.00	\$3,850.00	Contención de fauna
cajas de plástico de 40x30x20 para terrario	10	\$220.00	\$2,200.00	Contención de fauna
Contenedores de plástico 40 gl con tapa	5	\$110.00	\$550.00	Contención de fauna
Red de acuario	6	\$55.00	\$330.00	Captura anfibios
Metros de lámina mosquitero	50	\$165.00	\$8,250.00	Captura y contención de fauna
Metros de lámina de aluminio	100	\$440.00	\$44,000.00	Captura y contención de fauna
Mazos para clavar	3	\$220.00	\$660.00	Captura y contención de fauna
Metros de Alambrón	250	\$55.00	\$13,750.00	Captura y contención de fauna
Antídotos antiviperinos	10	\$220.00	\$2,200.00	Primeros auxilios
Botiquín de primero auxilios	5	\$2,200.00	\$11,000.00	Primeros auxilios
Sirenas de gas comprimido	10	\$220.00	\$2,200.00	Primeros auxilios
Repuestos de gas comprimidos	100	\$165.00	\$16,500.00	Primeros auxilios
Silbatos	10	\$55.00	\$550.00	Primeros auxilios
Palas pequeñas para excavar hoyos	2	\$330.00	\$660.00	Captura de fauna
Antídoto Antimicrurico	5	\$6,820.00	\$34,100.00	Primeros auxilios - Mordedura Coralillo
Antídoto Antiviperino	5	\$1,815.00	\$9,075.00	Primeros auxilios - Mordedura Nauyaca y Cascabel
Trampas tipo nasa para tortugas	50	\$330.00	\$16,500.00	Captura de fauna
Polainas de protección para mordeduras de serpientes venenosas	6	\$330.00	\$1,980.00	Manipulación de fauna
Construcción temporal y movable de 3 x 5 metros	1	\$41,800.00	\$41,800.00	
Sacos de red de cáñamo	20	\$220.00	\$4,400.00	
Casas de campaña resistente al agua para tres personas	3	\$4,400.00	\$13,200.00	Muestreos nocturnos
Lámparas de mano	10	\$385.00	\$3,850.00	Monitoreo y rescate nocturno
Lámparas tipo cazador	10	\$1,100.00	\$11,000.00	Monitoreo y rescate nocturno

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Lote de 100 paquetes de 4 pilas AA alcalinas para lámparas de cabeza, GPS	3	\$6,600.00	\$19,800.00	Monitoreo y rescate nocturno
Baterías DD	200	\$24.75	\$4,950.00	Monitoreo y rescate nocturno
Mesas de Trabajo	3	\$3,080.00	\$9,240.00	
Sillas	24	\$825.00	\$19,800.00	
Estantería	3	\$1,595.00	\$4,785.00	
Escritorio	1	\$2,750.00	\$2,750.00	
Botes de Basura	4	\$825.00	\$3,300.00	
Renta de Casa/Bodeg/ofic-Tulum	9	\$10,450.00	\$94,050.00	Funcionará como oficina, bodega y dormitorio de personal fauna
Camioneta Ford Ranger doble Cabina (5 pax)	1	\$258,610.00	\$258,610.00	Transporte de personal, equipo y fauna
Cuatrimoto JINLUN JL150-ST 150 C.C.	1	\$32,120.00	\$32,120.00	
Casco para motocicleta FOX V-1 EMPIRE	2	\$2,713.70	\$5,427.40	
Mantenimiento Vehículo	1	\$6,600.00	\$6,600.00	
Gasolina y Aceites			\$33,000.00	
Renta de Área de manejo temporal Fauna	9	\$2,750.00	\$24,750.00	
Medicamentos Fauna Silvestre			\$22,000.00	
Alimentos para fauna silvestre			\$11,000.00	
Análisis Clínicos/Consulta Especialista Fauna Silvestre			\$11,000.00	
Agua botellones 20 l.	400	\$44.00	\$17,600.00	
Reparación, mantenimiento y reposición de equipos varios			\$4,400.00	
Imprevistos			\$5,500.00	
Gastos de Operación y Administración			\$99,000.00	Contabilidad, Luz, Gas, Agua, Teléfono, Tiempo aire celulares, materiales limpieza etc.,

Personal	Cantidad	Sueldo mensual	Tiempo (meses)	Total	Observaciones
Coordinador y supervisión General	1	\$24,200.00	9	\$217,800.00	Coordina y dirige el proyecto, supervisa y evalúa desempeño, genera reportes de avances y resultados, aplica medidas correctivas
Coordinador del rescate en Campo (Ornitólogo)	1	\$19,800.00	9	\$178,200.00	Responsable de la operación en campo, coordina y supervisa a las cuadrillas, gestiona, propone, labora reportes parciales y decide lo que se hace en el rescate.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Biólogo especialista en fauna Jefe de cuadrilla (1 Herpetólogo y 1 Mastozoólogo)	2	\$17,600.00	9	\$316,800.00	Responsables de la captura, traslado y reubicación en campo de cada grupo de vertebrados de su especialidad, coordinan al personal técnico que los apoya. Establece métodos de captura
Biólogo o Técnico con experiencia en captura y manipulación de fauna	2	\$13,200.00	9	\$237,600.00	Lleva a cabo la captura colecta datos en monitoreo, instala trampas, supervisa a técnicos
Empleado general largo plazo	6	\$7,700.00	9	\$415,800.00	Trabajos generales: auxilio en la captura, preparación de trampas, mantenimiento, limpieza, etc.
Empleado general mediano plazo	3	\$7,700.00	5	\$115,500.00	Trabajos generales: auxilio en la captura, preparación de trampas, mantenimiento, limpieza, etc.
MVZ Especialista en Clínica de Fauna Silvestre	1	\$19,250.00	9	\$173,250.00	Inspección, evaluación diagnóstico y atención Medica de Fauna- Contención Química. Autoriza la liberación o plantea cuidados requeridos para cada animal que se encuentre delicado o herido
MVZ Asistente de especialista y personal de guardia	1	\$13,200.00	9	\$118,800.00	Se encarga del cuidado diario de animales en estado delicado y apoyar la labor de rescate
Técnico Sistema de Información Geográfica. 1/2 T	1	\$6,600.00	2.5	\$16,500.00	Incorporación de información de capturas y liberaciones al SIG-Mapas
				\$1,790,250.00	

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VI.5 Medida de mitigación 3

VI.5.1 Programa de rescate y reubicación de flora

Tipo de medida	Ubicación espacial	Etapas de aplicación	Impacto que mitiga y/o Lineamiento legal que cumple	Previene Impactos	Relevante	No Relevante	Objetivo	Antecedentes
Reducción y compensación. Ubicación espacial:	En todos los tramos con vegetación forestal que vaya a ser desmontados.	Antes del desmonte.	Impacto 4 Pérdida de 39.606 ha de vegetación forestal durante el desmonte y afectación a 7 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT2001	Descritos en el capítulo V			Rescatar a los individuos de la flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y especies endémicas a la Península de Yucatán. Tener material vegetativo nativo y prioritario para su conservación para el programa de reforestación	Por la construcción del Libramiento a Tulum será removida la vegetación que intercepta el trazo de la obra en cuestión. Los tipos de vegetación que dominan la zona son: selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva inundable y selva baja caducifolia

Por tal motivo es preponderante realizar un rescate y resguardo de las especies de flora que serán afectadas con la obra. En este sentido, se propone a la autoridad ambiental el siguiente programa de rescate de flora que se aplicará para 26 especies de flora que están en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y especies endémicas de la Península de Yucatán. El programa tiene la meta de rescatar 40,000 plantas. Procedimiento: Las especies que se eligieron para el rescate son las que están en la NOM059-SEMARNAT-2001, en CITES y las especies endémicas, priorizando en este último grupo las que tienen un papel importante en la alimentación de avifauna u otro tipo de fauna. A continuación se muestran las especies que son de interés del programa de rescate. También se rescatarán las epifitas (bromelias y orquídeas), agaves, zamias y bromelias de piso. De este tipo se rescatarán 380 de las 40,000 plantas. El rescate se enfocará a las especies que están en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

El rescate de las especies quedará a cargo del Jardín Botánico de ECOSUR Dr. Alfredo Barrera Marín, ubicado en Puerto Morelos, Quintana Roo. A las especies rescatadas de la

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Selva Baja Caducifolia se les amarrará un listón amarillo; a las de la Selva Mediana Subcaducifolia un listón rojo; a las de la Selva Mediana Subperennifolia un listón azul y a las de la selva inundable un listón Morado; se contarán todas las especies sujetas a rescate y se anotará formatos.

Rescate de plantas Epífitas

Colecta de plantas epífitas Las bromelias y orquídeas, en el área de estudio, son epífitas. Por tanto, se realizará un desprendimiento de la planta con la corteza del árbol, con la ayuda de una navaja, para evitar el daño a las raíces. Las plantas que se encuentren sujetas en troncos secos se dejará en el mismo, recortando el tutor al cual está fijado (incluso cortar los troncos con motosierra, si son árboles caídos). Una vez desprendidas las plantas, se colocarán dentro de una bolsa de rafia (que estará marcado No.1, No.2, etc.), hasta realizar diversas colectas. Posterior a su colecta, se trasladan al sitio de vivero. Se vierten los sacos con el material colectado y se clasifican las plantas por grupos de familia, y especie. Para las especies de orquídeas y bromelias terrestres se excavarán de 2 a 3 veces el tamaño de la planta, para la extracción de raíces, y se colocaran de inmediato a bolsas de negras con sustrato en el que crecen, y se trasladaran al vivero.

Las epífitas rescatadas, se mantendrán 2 meses en el vivero temporal antes de ser enviadas al jardín botánico de ECOSUR Dr. Alfredo Barrera Marín. Se encontraron en el área de estudio, 20 especies endémicas, entre árboles, palmas, arbustos y cactáceas.

Durante los trabajos de rescate se contará con bitácoras y formatos de registro de las plantas rescatadas, así como datos de interés ecológico. Al final, se habrá levantado un inventario de las plantas. De las 36 especies o géneros identificados para ser rescatadas, 2 especies serán rescatada por reproducción asexual o estacado.

Al rescatar plantas por medio de estacas de la plantas que serán afectadas, permite economizar el trabajo, ya que no se tendría que banquear cada uno de estos individuos y permite multiplicar el material genético de las plantas madres. En algunos casos las plantas serán rescatadas mediante la obtención de individuos con altura menor o igual a un metro.

Este criterio permitirá que al obtener plantas de esta altura, el sistema radicular de las mismas no sea seriamente dañado y por tanto se tendrá una mayor sobrevivencia de las plantas.

Mantenimiento en vivero de las plantas de altura menor o igual a un metro

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Para las especies que sean rescatadas mediante individuos de altura menor o igual a un metro, se procederá de la siguiente manera: se dará un riego profundo a la base de la planta, posteriormente se hará una excavación sobre la línea de goteo de la planta, en forma de embudo, tratando de no dañar la raíces secundarias y principal. Enseguida, se extraerá la planta para colocarla en bolsa negra, y se colocará en un lugar que no esté expuesto a los rayos del sol. Ya en la bolsa, se aplicará hormonas para estimular el crecimiento y regeneración del sistema radicular de la planta.

Durante su permanencia en el vivero temporal, la planta recibirá una fertilización a la raíz en el caso de palmas y árboles, y foliar en el caso de bromelias y orquídeas. También se dará un seguimiento diario ante el brote de una plaga y/o enfermedad. Las plantas después de tres meses en vivero serán transportadas al jardín Botánico de ECOSUR en Puerto Morelos.

Mantenimiento en vivero de las plantas rescatadas por material vegetativo (estacas)

Las plantas que se rescaten por medio de material vegetativo o estacas, se colectarán de la siguiente manera: se elegirán las plantas madres que presenten buenas condiciones sanitarias, se tomarán estacas de 30 a 40 cm de longitud, haciendo un corte transversal en la base de la estaca y un corte de 45º en la punta. Cuando se estén colectando las estacas, se colocarán en lugares con sombra, para evitar la deshidratación del material vegetativo.

Las estacas colectadas en el día serán transportadas al vivero temporal para ser plantadas en bolsa negra de vivero.

El sustrato para las bolsas será una proporción 3:2 de sustrato con materia orgánica y sustrato permeable, respectivamente. Las estacas se colocarán en posición perpendicular a la bolsa y se enterrará en la tierra a 15 cm de profundidad. El riego será diario en las mañanas y tardes. Se hará una inspección diaria de las plantas propagadas, para considerar cualquier indicio de plaga, enfermedad o muerte de las plantas. Las plantas que se rescaten por estaca, podrán recibir una poda para remover ramas muertas, cruzadas y enfermas, lo mismo que muñones o extremidades que pudiesen haber sido dañadas durante las maniobras. No está justificada una poda severa con el fin de compensar la pérdida de raíces.

Rescate de plantas por semillas

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Además del rescate de individuos de altura igual o menor a un metro, se colectarán semillas de plantas madre de las especies lo que permitirá complementar el rescate de los árboles y palmas.

Para guardar las semillas se utilizarán bolsas de tela del mismo color que los usados para los listones, para identificar la semilla por asociación vegetal.

Además, la semilla se separará por tratamiento, tal como se explica adelante. Las plantas que se rescaten por semilla seguirán el siguiente procedimiento: Se colectarán las semillas de árboles y palmas que estén sanos con buen desarrollo de la copa o del follaje. Se colectarán frutos maduros, y “sazones” (frutos que están en transición a la madurez). Se empleará para la cosecha de frutos tijeras de mano y tijeras con extensión.

Propagación de plantas por semilla

La producción de semilla, según la literatura, es de marzo a junio de cada año. Sin embargo, el cambio en los regímenes de precipitación en la zona, y los fenómenos hidrometeorológicos, ocasionan que algunas especies no produzcan semillas en un año, o en otros casos produzcan dos veces al año, tal es el caso del Sak'pa (*Byrsonima bucidaefolia*) que en base a observaciones en campo, en 2010, ha tenido dos épocas de producción de semilla, en marzo-abril y junio-julio. Se tendrá a un equipo de colecta de semillas, que permitirá cubrir una zona amplia de colecta de material en el área de estudio y garantizar el número de plantas a rescatar. Las plantas que se rescaten por semilla, se propagarán en el vivero temporal que se instalará. La producción de plantas a partir de semillas será de la siguiente manera: Se establecerán camas de germinación con una proporción de sustrato 3:2 de sustrato con materia orgánica y sustrato permeable, respectivamente. Un día antes de la siembra, se desinfectará el sustrato con agua hirviendo. Las semillas ya beneficiadas y con el tratamiento pre germinativo realizado, se sembrarán en líneas y se cubrirá con el sustrato, no excediendo el doble del tamaño de la semilla. Se darán dos riegos, por la mañana y la tarde a las semillas. A los 20 días de germinadas, las plántulas serán trasplantadas a bolsas negras de vivero que contendrán sustrato desinfectado en igual proporción que la cama de germinación. Las plántulas en bolsa se colocarán en las plantabandas con malla sombra.

Las plántulas se regarán diario, por la mañana y por la tarde, se eliminarán las hierbas que crezcan en el sustrato de las bolsas, para evitar competencia con las plantas, se eliminarán, malezas de las plantabandas, y se identificarán problemas por plagas y enfermedades para darle atención. Las plantas que sean utilizadas para re-incorporar al área del proyecto, se someterán a un “castigo” en los riegos, esta actividad consiste en preparar a la planta ante

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

el estrés hídrico que vivirá en campo. En el último mes de la planta en el vivero temporal sólo se aplicará un riego al día en vez de dos, y se regarán cada 2, 3 y 5 días, respectivamente, conforme se acerque el traslado de las plantas. El día del traslado es importante dar un riego a las plantas. Las plantas pueden ser trasplantadas en campo cuando alcancen 30-40 cm de altura. Las plantas que tienen semillas grandes, como *Sideroxylon foetidissimum*, se sembrará en bolsa directamente, ya que el desarrollo radicular de este tipo de semillas, hace que se dañen si son sembradas en camas de germinación. Después de la siembra las plántulas llevarán las mismas actividades para su cuidado que las que se sembraron en la cama de germinación.

Transporte de las plantas rescatadas

El transporte del material vegetativo y de las semillas, del lugar de rescate al vivero temporal se realizará en un vehículo de tres toneladas de capacidad. El chofer de esta unidad manejará una bitácora de las plantas que transporta.

Se transportarán las plantas que sean propagadas en el vivero temporal y se reincorporen al área del proyecto.

También se transportarán plantas rescatadas al jardín botánico de ECOSUR en Puerto Morelos, Quintana Roo.

En el área desmontada por los ejidatarios como brecha cortafuego de 40 m de ancho, se colocará un vivero, a media sombra donde se guardarán los ejemplares rescatados, se tendrá un área cubierta con media sombra de 35 m de ancho por 200 m (Figura 11); para que los ejemplares rescatados tengan buena luz y aire, ya que al estar cubiertos se disminuyen los flujos.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Figura 10 Ejemplo de vivero rústico



Figura 11 Depósitos de agua para el sistema de riego

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Indicadores de cumplimiento:

La sobrevivencia de plantas en el vivero y en las áreas revegetadas, nos permitirá saber si el manejo de la planta durante el rescate, manejo, transporte y establecimiento en el vivero fue el adecuado.

El cumplimiento de esta medida quedará registrado en la bitácora 1 y 2 para el rescate.

La sobrevivencia y plantación en el resto de las bitácoras.

Tabla 8 Indicadores de cumplimiento de la MM3

indicador	Umbral esperado	Medida en caso de no cumplir con umbral
Número de plantas rescatadas	Mínimo 30,000 en total (incluye epifitas)	Se propagarán 3 plantas por cada planta que no se pueda rescatar por debajo del umbral
Número de plantas de apoyo a la reforestación propagadas a partir de semilla (se sembrarán como juveniles)	Mínimo 50,000	Se coleccionará más semilla hasta llegar a las 50,000 plántulas acomodadas en camas.
Sobrevivencia en vivero	Mínimo el 70%	Menos de esa sobrevivencia, por planta perdida se propagará 3 plantas más que se reproducirán en vivero

Integración y análisis de precios unitarios:

Se presenta un desglose de los costos considerados para llevar a cabo la MM3, al final se incluye el total, en todos los casos, se considera el precio más alto, para que sirva para fines de afianzamiento de cada medida de mitigación; pero cuando se concurre la obra y sus MM, es cuando se tendrán los montos exactos, ya que depende de la empresa ejecutora que gane el concurso.

Tabla 9 Precios unitarios para llevar a cabo MM3

Concepto	Unidad	Cant.	\$ Unit.	\$ Total
Personal				
Jornales de equipo de campo	Jornales	6,560	\$165.00	\$1,082,400.00
Coordinación del equipo de campo	Jornales	180	\$385.00	\$69,300.00
Coordinación general Transporte	Jornales	180	\$495.00	\$89,100.00
Transporte	Jornales	180	\$550.00	\$99,000.00
Herramientas e Insumos				
Mochilas aspersoras	Depreciación 30%	216	\$11.00	\$2,376.00
Gasolina	litro	8.5	\$2,200.00	\$18,700.00
Carretilla reforzada truper	Depreciación 30%	270	\$6.60	\$1,782.00
Machete cache negra truper	Depreciación 30%	270	\$55.00	\$14,850.00
Hachas michigan de 2 libras	Depreciación 30%	270	\$22.00	\$5,940.00
Motosierra de 20 " hucsbarna	Depreciación 10%	50	\$5.50	\$275.00

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Palas curvas truper cajuelera redonda	Depreciación 30%	270	\$22.00	\$5,940.00
Barretas de punta pretul	Depreciación 30%	270	\$16.50	\$4,455.00
Tijera para podar marca pretul	Depreciación 30%	270	\$22.00	\$5,940.00
Guante de carnaza	Depreciación 30%	270	\$33.00	\$8,910.00
Lima para motosierra truper	Depreciación 30%	270	\$55.00	\$14,850.00
Lima triangular	Depreciación 30%	270	\$110.00	\$29,700.00
Cavador truper	Depreciación 30%	270	\$33.00	\$8,910.00
Cordel no. 80	Rollo	30	\$22.00	\$660.00
Tinaco rotoplas de 1100 litros	Pieza	30	\$11.00	\$330.00
Sistema de riego para el vivero temporal	Depreciación 30%	270	\$1.10	\$297.00
Termos para agua de 20 litros	Pieza	30	\$6.60	\$198.00
Pipas con agua de 10,000 litros	Pipa	30	\$385.00	\$11,550.00
Materiales para vivero rústico				
Bolsas negras de 30 x 30	Kilo	400	\$60.50	\$24,200.00
Bolsas negras de 40 x 40	Kilo	400	\$60.50	\$24,200.00
Malla sombra de 80%	Rollo de 100 metros	1	\$19,250.00	\$19,250.00
Paquete de insumos agropecuarios (insecticida, fungicida, micorrizas, enraizador)	Paquete	2	\$32,945.00	\$65,890.00
Botiquín médico	Pieza	2	\$550.00	\$1,100.00
Papelería				
Cinta de colores para identificar plantas a rescatar	Rollo	60	\$110.00	\$6,600.00
Hojas para bitácoras	Paquete	60	\$88.00	\$5,280.00
Tóner para impresora	Pieza	2000	\$5.50	\$11,000.00
Papelería (varios)	Paquete	2000	\$1.10	\$2,200.00
				\$1,635,183.00

VI.6 Medida de mitigación 4

VI.6.1 Programa de conservación y restauración de suelos; y manejo de residuos derivados de la preparación del sitio y construcción.

Tipo de medida	Ubicación espacial	Etapas de aplicación	Impacto que mitiga y/o Lineamiento legal que cumple	Previene Impactos	Relevante	No Relevante	Objetivo	Antecedentes
Prevención.	A lo largo de todo el trazo	Durante la preparación del sitio y nivelaciones	Cumple políticas planteadas en Capítulo IV	Capítulo V: Impacto 3. Pérdida de suelo orgánico debido a las			Evitar una mala disposición del producto del despalme, lo que	Es común que la construcción de las obras se concursen únicamente con las curvas masas

ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

				<p>actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén</p>		<p>cumple con los criterios C11, C12 y C15 del POET. Además de utilizar esa tierra para el programa de reforestación (MM6).</p> <p>Evitar que el material de desecho se deje abandonado o junto al camino o acamellonado en sitios poco adecuados y que con el tiempo termine en los cuerpos de agua y/o incorporado a las partículas suspendidas del aire</p>	<p>reportadas por el proyecto ejecutivo, perfiles y plantas; y que el constructor no haya cotizado los acarrees y sobreacarrees a sitios donde el impacto ambiental de la disposición sea poco. Muchas veces pudiendo aprovechar el material “desperdiciado” en obras de mitigación, este se desperdicia y para cumplir con las MM se compra material a bancos. Este tipo de medidas orienta el material de desperdicio a otras MM y permite que el material sobrante sea dispuesto en lugares adecuados. En el caso del Libramiento a Tulum, no habrá excavaciones ni corte, debido a que el terreno es plano (con pendientes siempre menores al 6%), por lo</p>
--	--	--	--	---	--	--	---

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

							<p>que se construirá el cuerpo del terraplén por encima de la subrasante en aproximadamente 1 m; esto provocará que la curva masa sea negativa, esto significa que se tendrá que comprar material a bancos con operación comercial, porque no se sacará roca madre de la obra.</p> <p>No habrá otro impacto que desestabilice el suelo aledaño al área entre cerros (que es la superficie que se despalma), debido a que el cuerpo del terraplén se construirá por encima del terreno natural, por lo que no se dará un efecto de borde hacia el terreno aledaño, además que solo se desmontará entre línea de cerros. No habrá en corte de la carretera que pueda significar</p>
--	--	--	--	--	--	--	---

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- b) Los árboles con DAP entre 5 cm y 30 cm, se retirarán con todo y su raíz para sembrarlos intercalados con las especies, según aparezcan en el sitio de desmonte (mismas proporciones).

Para los individuos rescatados en el inciso a y b se colocarán, formando un barrera entre la línea de ceros (ambos lados) y el resto del derecho de vía, la distancia del acomodo de los troncos será 1 m entre ellos; Se espera crear con esto una barrera que junto con el cercado evite la incursión de fauna dentro de la carpeta asfáltica (lo que la obligará a utilizar los pasos de fauna, MM5); por otro lado creará una barrera natural entre el ruido de la carretera y el resto de la vegetación forestal, ya que se espera que con la poda de la copa se ramifique el tronco en la parte baja (solo en caso de que el tronco reverdezca y no muera). Para el cercado de la vía se utilizarán estos troncos como postes y se utilizará malla triple nudo para cercar la carretera y favorecer el uso de los pasos de fauna (MM5), tal como se señala en la MM5.

- c) Las copas de los árboles y las arbustivas (que no se rescaten) se trozaran y se llevarán junto al vivero para acamellonarse (pero no sobre el camino de terracería en uso) y cuando se tenga el material de despalme se mezclarán con el. d) El resto de lo individuos arbóreos que no sean sujetos a rescate ni a su utilización en la cerca viva, tendrán el destino que señale el ETJ correspondiente a este proyecto (se sugiere la donación al municipio de Tulum), los árboles que se retiren tendrán que tener la marca del martillo forestal, según señala la NOM-025-SEMARNAT-1995.

Durante el despalme, si es época de estiaje se tendrá una pipa regando el frente para evitar producir polvos. Todo el material de despalme se utilizará para las obras de reforestación (MM6) y para el apoyo de los troncos en la cerca (inciso a), en los tramos donde el suelo sea muy delgado, el producto del despalme se llevará al día al vivero (coordenadas UTM 16Q 456248E, 2245371N), ahí se mezclará con la troza producto del desmonte y se acamellonará todo junto, se cubrirá con malla para mosquitero; sólo si es época de estiaje, se regará con pipa con salida de regadera cada tercer día y se removerá la tierra cada 15 días, para evitar que se cubra de herbáceas y que las germinaciones prosperen. Se tendrá acamellonado por lo menos 6 meses para que toda la troza y materia orgánica en general se mineralice y forme parte del suelo.

El material de despalme se utilizará para el viverismo, como apoyo a la MM3; para consolidar los troncos que no estén bien anclados al suelo, se les agregará de este material y para las 70.688 ha que se reforestarán (MM5). No se tendrá material de despalme de desperdicio, e inclusive el área que se ocupe para el vivero rústico (MM3) y

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

acamellonamientos, se reforestará según se señala en la MM6. No habrá material pétreo de desperdicio, debido a que no habrá excavaciones en corte.

Todos los residuos de tipo doméstico que se generen durante la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, se recolectarán en un bote de basura tapado con capacidad de 50 l, y todos los días se llevará al poblado de Tulum y se entregará al sistema de limpia.

Todo el residuo que tenga solventes, pinturas, aceites, hidrocarburos o cualquier otra sustancia que no sea netamente doméstica, se colocará en un tambo donde se embalará y se sellará indicando el contenido y se colocará en el firme de cemento dentro de una caseta provisional (MM1), se entregará cada semana a la empresa que se haya contratado para el manejo de los residuos que pudieran resultar peligrosos.

Durante el mantenimiento se recogerá la basura depositada en el derecho de vía cada semana y se entregará al sistema de limpia del municipio de Tulum. Indicadores de cumplimiento: El cumplimiento del indicador 12, quedará registrado en la bitácora que documente la finalización de la obra, que si se entrega semestralmente sería la No. 7.

Tabla 10 Indicadores de cumplimiento de MM4

Indicador	Umbral esperado	Medida en caso no cumplir con el umbral
12. Comparativo de las fotos de las estructuras geológicas (cuerpos de agua y cavernas) a menos de 110 m del derecho de vía.	Ambas fotos (MM1 y MM4) similares sin material de desecho.	Presentar un estudio de daños a PROFEPA y remediar el daño a la cañada y llevar el material depositado a los bancos de tiro según se señalo en esta MM.
13. Volumen de material acamellonado junto al trazo.	Nada	Acarrear el material junto al vivero
14. Estado del derecho de vía	Con una cerca viva a lo largo de todo el trazo entre ceros y el resto del derecho de vía	En caso de no tener cerca viva en algunos tramos, se sembrarán árboles reproducidos en vivero.

Integración y análisis de precios unitarios:

Se presenta un desglose de los costos considerados para llevar a cabo la MM4, al final se incluye el total, en todos los casos, se considera el precio más alto, para que sirva para fines de afianzamiento de cada medida de mitigación; pero cuando se concurse la obra y sus MM, es cuando se tendrán los montos exactos, ya que depende de la empresa ejecutora que gane el concurso.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 11 Precios unitarios para llevar a cabo MM4

Concepto	Precio
Acarreos de material	\$198,000.00
Trozas y manejo del material	\$96,800.00
Mover troncos y acomodarlos como cerca entre dv y área entre ceros	\$469,700.00
Supervisor 1	\$33,000.00
Malla, riegos y varios	\$59,400.00
	\$856,900.00

VI.7 Medida de mitigación 5

VI.7.1 Construcción de pasos de fauna y cercado de la vía, para favorecer rutas de movimiento.

Tipo de medida	Ubicación espacial	Etapas de aplicación	Impacto que mitiga y/o Lineamiento legal que cumple	Previene Impactos	Relevante	No Relevante	Objetivo	Antecedentes
Mitigación de reducción	A lo largo de todo el trazo y donde se encuentran las principales rutas de fauna	Entre el tendido de bases y la pavimentación, la construcción se puede hacer de forma simultánea con ambas actividades	Reduce impactos del capítulo V				Favorecer que los animales se muevan a través de los pasos de fauna, con lo que se evita afectar las rutas de movimiento establecidas y se reducirá sensiblemente el riesgo de atropellamiento	Recientemente ha cobrado gran interés el estudio sobre la eficiencia de los pasos de fauna, que pueden ser específicos para su utilización por los animales, o mixtos utilizando las modificaciones de las obras de drenaje, o con la ubicación de pasos inferiores y puentes, ya que se ha comprobado que evitan los accidentes de tráfico por atropello y otras derivaciones negativas.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

de hábitos ecológicos amplios y vágiles, que necesitan desplazarse a través de los hábitats o las distintas unidades del paisaje.

Otro gremio que se ve fuertemente afectado por el efecto de barrera son las especies con hábitos predominantemente arborícolas. Ejemplos típicos incluyen, al mono araña (*Ateles geoffroyi*) y a la martucha o mico de noche (*Potos flavus*), y entre los reptiles a la serpiente ratonera (*Pseustes poecilonotus*) y la culebra voladora (*Spilotes pullatus*).

Por otra parte, durante la nivelación y estando ya en operación la vía, la cinta asfáltica en sí y el tráfico vehicular son fuerzas de impacto importante y agentes que pueden reducir las poblaciones de muchas especies de fauna silvestre. Muchos anfibios, reptiles y mamíferos, migran del bosque a los sitios de reproducción, alimentación o refugio, y cuando la carretera se ubica entre estas dos zonas puede provocar cientos de muertes por atropellamiento al año (Figura 12).



Figura 12 Iguana de roca (*Ctenosaura similis*) cruzando

La presencia de esta nueva estructura vial fomentará la fragmentación del ecosistema y por tanto, la interrupción del libre tránsito de fauna silvestre en la región, se hace necesario aplicar medidas de mitigación tendientes a minimizar este impacto sobre la distribución y abundancia de las especies.

Para tratar de seguir conservando la integridad ecosistémica de la región y permitir el flujo de la fauna silvestre de un lado a otro del libramiento sin que sean afectados por el tránsito

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

vehicular, se propone la construcción de diversos pasos para la fauna a lo largo de esta nueva carretera.

Estas estructuras ayudarán a reducir el efecto barrera, la mortalidad por atropello y la pérdida de hábitat. Los pasos de fauna son medidas de mitigación aplicables para la reducción del efecto barrera, para reducir la mortalidad causada por las vías de transporte y para aumentar la seguridad vial; disminuyendo los accidentes provocados por la fauna silvestre.

Sin embargo, para que sean efectivos deben de considerarse dos aspectos fundamentales. El primero es que los pasos de fauna deben de construirse con ciertas especificaciones enfocadas al tipo de fauna a los cuales está dirigido.

El segundo es la ubicación de las estructuras; en este último caso se busca mantener la conexión entre los hábitats que requieren las distintas especies a ellos asociados, sea de manera permanente, o al menos en algunas de las fases de sus ciclos vitales.

El mantenimiento de estas conexiones permitirá que los individuos de las distintas especies se puedan desplazar a través del territorio para buscar los lugares donde puedan encontrar refugio, alimento u otros congéneres durante las épocas de apareamiento, manteniendo así el flujo genético.

Además, permitirán garantizar la dispersión de individuos jóvenes para establecerse en zonas distintas a las que han pasado sus primeras etapas de vida, o la dispersión de adultos para localizar territorios que ofrezcan mejores recursos tróficos o menor competencia por estos recursos. Por consiguiente los tipos, número y localización de los pasos de fauna sugeridos en esta medida han sido resultado de un análisis integral de los diversos estudios realizados en la zona donde será desplantado el proyecto.

Diagnóstico, ubicación y tipos de paso para fauna La región donde será construido el libramiento de Tulum, se encuentra influenciado por una gran diversidad de especies, tanto de animales como plantas. Para ubicar los sitios donde serán instalados los pasos de fauna se analizaron distintos componentes.

- El primero fue el estudio faunístico de la región, el cual permitió conocer que especies existen en la zona, su abundancia, su distribución geográficas y ecológica, sus posibles rutas de dispersión local, el posible tamaño de su ámbito hogareño y sus épocas de reproducción.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- El segundo fue el estudio de vegetación y usos del suelo, el cual aportó insumos sobre el tamaño y distribución de las áreas conservadas, zonas modificadas y sitios de interconexión.
- El tercer elemento utilizado fueron los modelos de elevación para las diferentes épocas del año, con estos modelos se pudo y establecer las zonas inundables y su dinámica a lo largo del año. Por último se utilizaron imágenes de satélite recientes, cuyo análisis aportó información sobre el grado de fragmentación y los sitios donde se podrían encontrar conflictos entre zonas conservadas y las fronteras de desarrollo.

Procedimiento: Como resultado de este análisis se identificaron 53 puntos donde el flujo de especies es mayor, debido a la presencia de zonas inundables, ecosistemas bien conservados y rutas que utilizan animales migratorios de distintas especies. A continuación se describirán los tipos de estructuras 8 y ubicación de cada una de ellas que serán dispuestos a lo largo del libramiento de Tulum.

Pasos inferiores para fauna de talla pequeña

Ubicación de Pasos inferiores para vertebrados de distintas tallas, en total se construirán 85 pasos para fauna, 71 específicas para vertebrados de talla pequeña, como ranas, serpientes, lagartijas y distintas especies de roedores y 10 para especies de talla mediana a grande (tlacuaches, mapaches, pecarís, osos hormigueros, entre otros), de estas últimas estructuras ocho serán colocadas sobre el libramiento de Tulum.

Diseño de las losas de 1 m x 0.5 m de altura Paso para vertebrados de talla pequeña Muchas especies de anfibios sufren pequeñas migraciones masivas y sincronizadas hacia las zona de reproducción que son las aguadas, lagunas, zonas inundables, cenotes y pantanos por consiguiente los pasos se instalarán principalmente en los tramos que interceptan estas rutas en las que, año tras año, se producen estos movimientos. Las dimensiones de los pasos de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos tendrán entre 1 metro de ancho por 50 cm de alto y serán colocados cada 100 metros a lo largo de la cinta asfáltica, en las zonas donde se den las migraciones de los anuros o en zonas de hábitats bien conservados.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

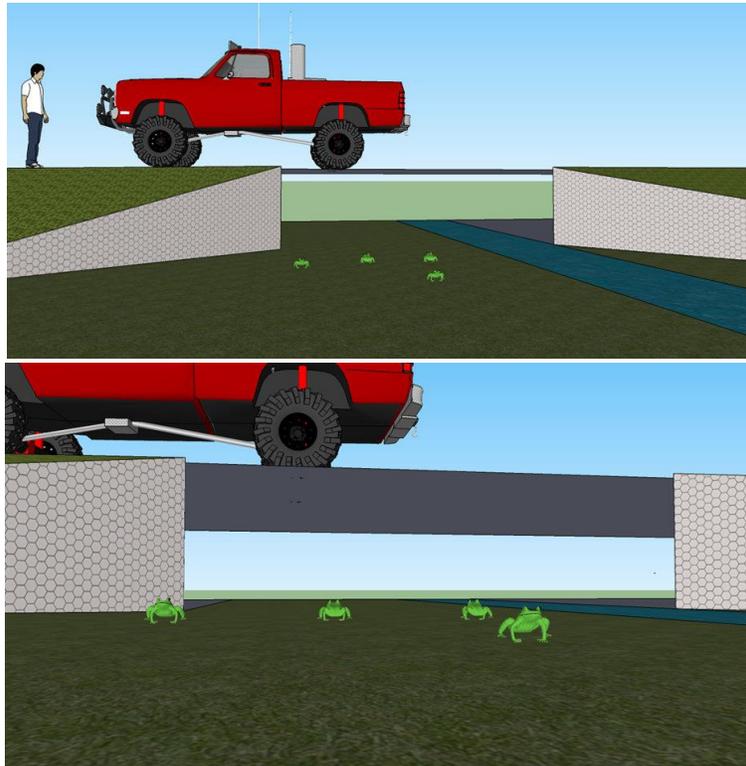


Figura 13 Modelo general de los pasos inferiores para fauna de talla pequeña

Los pasos tendrán un vallado a los lados de la luz de la losa de 40 a 50 m de largo conformando una estructura de embudo. El vallado tendrá una altura de 50 cm y estará construido de cemento, será de forma vertical y terminara en forma de "J" invertida. Las vallas se ajustarán completamente al terreno sin dejar huecos y serán continuas hasta los accesos del paso. Por ningún motivo la valla debe estar construida por malla tipo mosquitero o ciclónica, aunque el tamaño de la luz sea muy pequeña, ya que los anfibios y reptiles tenderán a escalarla.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Figura 14 Tipos de vallas asociados a los pasos de fauna específicos para anfibios y reptiles

Los pasos no tendrán ningún desnivel ni en el interior ni en los accesos y contarán con un buen sistema de drenaje, debido que para muchos reptiles y algunos mamíferos pequeños; como ratones y musarañas el agua funciona como una barrera.

Es recomendable que dentro de los pasos se instalen pequeñas rocas y troncos, así como ramas y hojarasca, de tal manera que funcionen como pequeños refugios, sin embargo se deberá tener cuidado en que no sean tan grandes que obstruyan el túnel. También se recomienda el mantenimiento constante del vallado para no permitir el crecimiento de hierbas y pastos sobre la valla y en la entrada del túnel que impida el buen funcionamiento de esta estructura de mitigación.

El procedimiento de poda y limpia se realizara cada 28 días. Se recomienda la instalación de 16 zonas de pasos para anfibios, reptiles y pequeños mamíferos las cuales corresponden a las zonas de los humedales que quedan dentro del trazo, 13 de las áreas se ubican dentro del trazo principal.

Pasos inferiores para mamíferos de talla mediana y grande

Diseño de las losas de 3 x 3 m de altura

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Este tipo de estructuras están orientadas hacia todos los grupos de vertebrados terrestres que se desarrollan en la región, sin embargo las especies que mayor beneficio pueden tener utilizando estas estructuras son los mamíferos de talla mediana y grande, entre estos están los venados de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el pecarí (*Tayassu tajacu*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), el coati (*Nasua narica*), el zorro (*Urocyon cinereoargenteus*) así como distintas especies de felinos (*Panthera onca*, *Puma concolor*, *Leopardus wiedii*, *L. pardalis* y *Herpailurus yagoroundi*), estos últimos, pasan la mayor parte del día deambulando sobre su dominios y son más susceptibles a resultar atropellados.

En este caso se utilizarán 10 pasos inferiores que se distribuyen a lo largo de los 32.63 Km de construcción proyectada, cada uno de ellos tendrá una extensión de 3 m de largo por 3 m de alto.

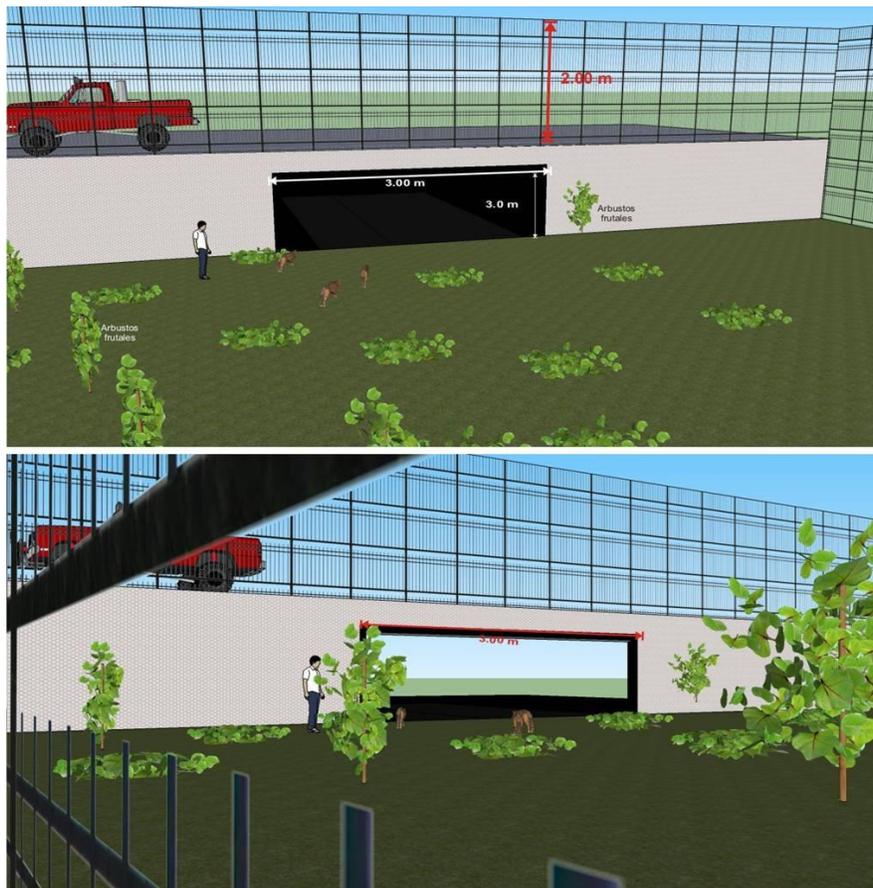


Figura 15 Modelo general de los pasos de fauna, se puede apreciar el sistema de contención

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

En los pasos de fauna sensu stricto se asegurará la existencia de vegetación natural correspondiente al hábitat por el cual transita el animal, en otras palabras garantizar la visibilidad del hábitat desde un extremo del paso hasta el otro con la finalidad de que los animales perciban la continuidad de la selva generándoles confianza y seguridad para cruzar el paso de fauna. Al mismo tiempo habrá un área abierta frente al paso que permita al animal detectarlo a distancia. Esto permitirá a los animales, contar con un amplio rango visual que le inspire confianza para aventurarse a cruzar. El acondicionamiento de este paso consiste en incorporar especies silvestres arbustivas de baja altura, por ejemplo helechos, sobre los bordes (las paredes del paso), los cuales le darían una ambientación y permiten la visibilidad al otro extremo del paso. De igual forma se colocarán algunas hileras de piedras así como troncos los cuales pueden ayudar a facilitar el paso de especies pequeñas. Estos tendrán la forma de pórtico para que la parte inferior o el suelo permitan el crecimiento de la vegetación, la parte media presentará una altitud mayor que los laterales para evitar encharcamientos o inundaciones. Este tipo de paso no necesita un mantenimiento continuo ya que es parte de la estructura de la carretera simplemente es vigilar el acondicionamiento del sitio.

Malla para los pasos de fauna de 3 x 3 m

La instalación de los pasos de fauna por si mismos no son suficientes para dar continuidad a las rutas de movimiento; debido a que la mayoría de las especies de anfibios, reptiles, aves terrestres y mamíferos no tienen la capacidad para orientar sus desplazamientos en busca de los accesos a los pasos de fauna, es necesario que los pasos cuenten con componentes que aumenten su efectividad.

Esto es el establecimiento de cercas, vallas o bardas cuya función es actuar como una estructura destinada a interceptar sus desplazamientos y conducirlos hacia los pasos: puntos de cruce establecidos. A este respecto cabe señalar que la instalación de cercas combinada con la construcción de estructuras de paso para la fauna constituye la mejor combinación para mitigar los efectos de barrera y atropellamiento sobre la gran mayoría de las especies de vertebrados e invertebrados.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Figura 16 Maqueta de paso superior de fauna silvestre, en una zona desértica, que muestra la disposición de la malla para detener y conducir a los animales hacia el paso

Un ejemplo claro de la importancia del cercado está reflejado en el estudio realizado por Clevenger; et al. (2001), en la Trans Canada Highway, en el cual demuestra que la instalación de cercas para conducir a los animales a los pasos preestablecidos, logro una reducción del 80% en la mortalidad por atropellamiento de la fauna silvestre, y se mantuvo así durante los siguientes diez años aun a pesar de que el tráfico vehicular aumento en más del 50%.

Diseño de los Puentes

Los puentes son pasos de fauna que permiten conservar intactos o poco alterados la vegetación asociada a cursos fluviales, las cuales mantienen una notable biodiversidad y canalizan, a su vez los desplazamientos de fauna.

Asimismo, son estructuras adecuadas para evitar la alteración de marismas y otro tipo de humedales, constituyendo una alternativa a la construcción de terraplenes con pasos inferiores de fauna, además los puentes permiten mantener la morfología del terreno recurriendo lo menos posible a estructuras artificiales de estabilización.

De acuerdo al modelo de elevación del SAR, se puede apreciar la variación en el terreno y la condición inundable de la región, estas depresiones forman parte del corredor hidroforestal descrito en la sección de caracterización de la fauna silvestre del SAR.

Con este modelo y en base al trabajo de campo se identificaron cinco sitios donde se recomienda instalar puentes, los cuales deben tener una longitud mínima 8 a 12 m de ancho y una altura de 2 a 3 m. Pueden ser más extensos, esto es muy recomendable dado que las áreas donde se plantea su instalación son selvas y sabanas que permanecen inundadas hasta por 4 meses del año a diversos niveles, dependiendo de la frecuencia e intensidad

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

de las tormentas tropicales y huracanes que periódicamente aportan agua a la región. En las Tabla VI.24 se presentan los sitios donde serán colocadas estas estructuras.



Figura 17 Fauna utilizando uno de los puentes bajos underpasses

Pasos arbóreos para fauna arborícola

Paso muy específico cuya utilidad se centra en reducir la mortalidad de especies arborícolas, en tramos concretos en los que una carretera cruce una zona forestal.

Para la construcción de estas estructuras se deberán anclar cuerdas o cables, así como la instalación de plataformas elevadas, que permitan el paso de los animales entre las ramas de los árboles situados a ambos lados de la infraestructura (Ministerio de Medio Ambiente, 2006).

En el caso del Libramiento de Tulum, se requieren la implementación de estructuras estables y resistentes, dichas estructuras estarán formadas por dos cables de acero (con un diámetro de 3 cm) separados cada uno 15 cm y estarán recubiertos por cuerda de nylon que tendrá un diámetro de 10.8 mm, esta permitirá el anclaje de las garras sobre la estructura, además se unirán con una red que tendrá una luz de malla de ½ pulgada, que estará hecha de piola.

El anclaje de esta estructura se realizará a través de cuatro estrobos en cada lado, lo que permitirá la tensión de los cables y la durabilidad del mismo. La implementación de cables de acero obedece a que el SAR es susceptible a impactos meteorológicos.

El tamaño del cable dependerá de la distancia existente entre los árboles que se ubiquen en los bordes del área entre línea de ceros, en este caso, se seleccionarán aquellos árboles

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

que midan mas de 15 m de altura y tengan un DAP superior a los 80 cm, la altura mínima a la que serán colocadas estas estructuras es de 10 m.

Los puntos de aseguramiento deben de estar de 10 a 20 m internados en la cobertura forestal, esto con el fin de que no solo un árbol sea el punto para que la fauna pueda subir, sino que el puente tenga contacto con varios árboles para que éstos sirvan de punto de acceso.



Figura 18 Vista general de un paso superior para fauna arbórea

Debido a que en la región se distribuyen dos especies de primates (*Alouatta pigra* y *Ateles geoffroyi*) se sugiere la utilización de un paso superior sencillo, es decir, en lugar de estar compuesto por dos cables, este solo incluirá un cable recubierto por cuerda de nylon de 4 cm de grosor.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

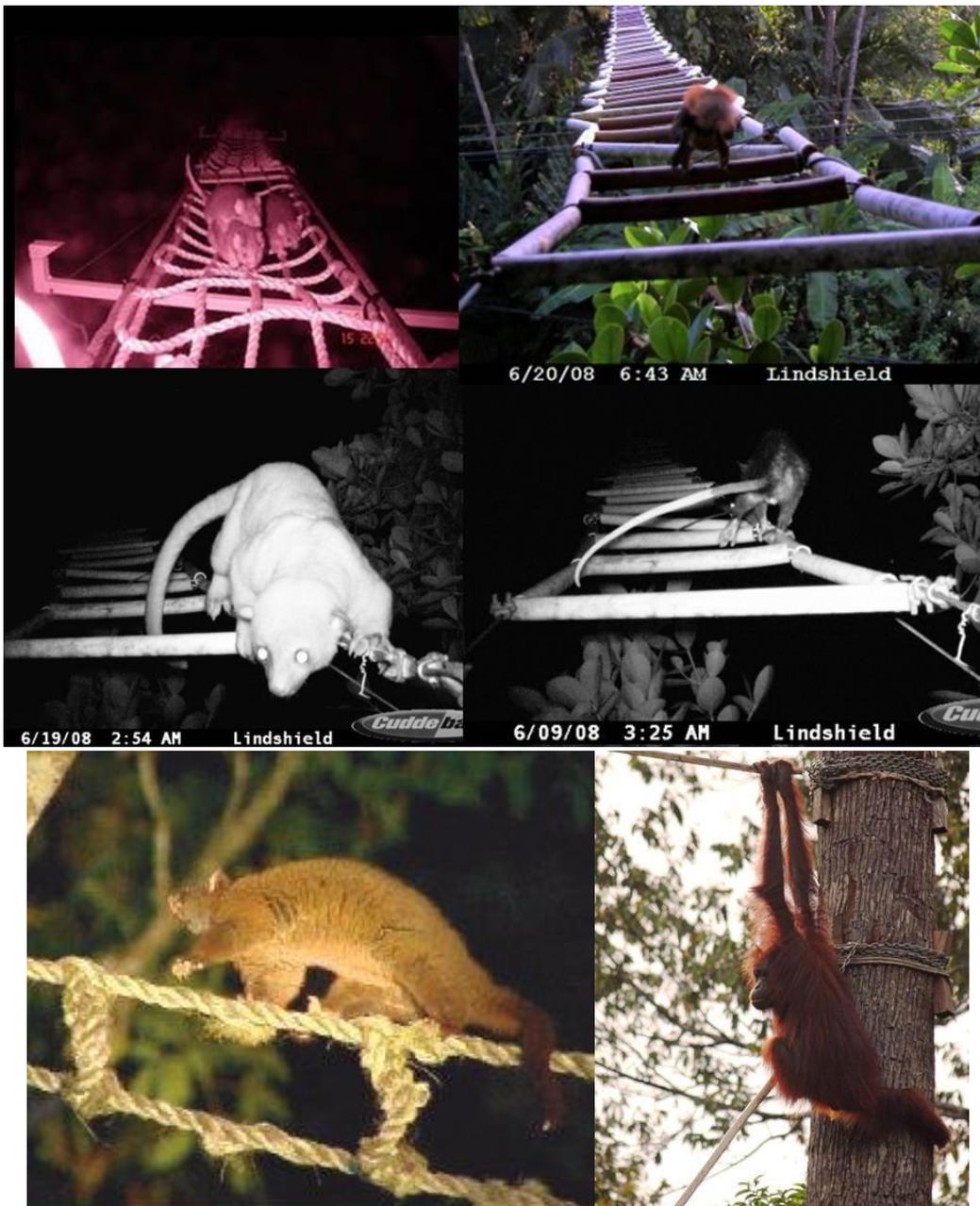


Figura 19 Fauna silvestre utilizando distintos tipos de pasos arbóreos implementados en

Pago por ubicación de pasos de fauna en tramos existentes y en operación de carreteras ubicadas dentro del SAR (compensación)

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Dentro del SAR se tienen identificadas varias especies que requieren una conectividad mayor al área del SAR como son el Jaguar (*Panthera onca*) y el Puma (*Puma concolor*), así como el cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*). Considerando lo anterior, para mantener la conectividad y permeabilidad ecológica y funcional del SAR y su zona de influencia y con ello mantener poblaciones y metapoblaciones saludables de las especies que requieren esta conectividad es necesario realizar un estudio de compensación con una donación única para la instalación de nueve pasos de fauna adicionales sobre tramos carreteros con operación, que se ubicaron dentro del SAR y se identificó la necesidad de construir pasos para fauna, debido al efecto barrera que se identificó, causan. Realizar un pago de \$300,000 a la empresa Conservemos México S.A., alguna ONG local o institución para realizar un diagnóstico ambiental y revisión del ordenamiento ecológico (actualmente en proceso de modificación) que a través del análisis de imágenes de satélite, mapas temáticos, tenencia de la tierra y datos con las tendencias demográficas de las comunidades humanas establecidas en la región, así como, las tendencias de infraestructura turística, habitacional y carretera en el mediano y largo plazo, permita identificar las “áreas críticas” en términos ambientales, donde es necesario mantener la cobertura vegetal, o en su caso restaurar o rehabilitar el hábitat para mantener la conectividad y permeabilidad ecológica a través de los tramos en operación identificados

Una vez identificadas estas áreas críticas de mantenimiento de la conectividad, será necesario lograr un consenso con los diversos actores de la región para que las zonas de conectividad se mantengan a largo plazo. Para lograr este objetivo se realizarían varios talleres con los representantes de los diversos sectores de la sociedad En dicho taller deberán integrarse las políticas de conservación, conectividad, turismo y vivienda e infraestructura y equipamiento. Para esto se considera la participación de actores clave (p. ej. representantes ejidatarios de Tulum y Jacinto Pat, los propietarios y desarrolladores, la CONANP, la SCT y las Ong’s del ramo, así como las instituciones científicas y de educación superior que han desarrollado o desarrollan estudios ecológicos en la región. Una vez logrado el consenso será necesario la firma de un convenio de mantenimiento y conservación de las zonas de conectividad a largo plazo. Todo esto lo llevaría a cabo la empresa u organización contratada y llegaría hasta la propuesta de ubicación de pasos para fauna

- Carretera Coba-Tulum. En este tramo el estudio los pasos de fauna deberán estar orientado a mamíferos grandes y medianos, a especies arborícolas y a anfibios y reptiles. La conectividad en este tramo es sumamente importante ya que aquí se genera la línea un cruce del libramiento con esta carretera. Además, después de la carretera Libre Cancún-Mérida, constituye una de las mayores amenazas para

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

mantener la conectividad de la población de jaguares entre las Áreas de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y Otoch Ma'ax Yetel Kooh (Punta Laguna) y la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

- Tramo Tulum-Xel-Ha de la Carretera Federal 307 Cancún-Chetumal. Los pasos para fauna deberán estar orientados a mamíferos medianos y pequeños así como a anfibios y reptiles, hacia y desde el Parque Nacional de Tulum.

Además junto con la construcción de este libramiento, se asignará recursos para la construcción de: Cuatro pasos superiores mediante la colocación losa de 3 m de ancho por 1.2 m de alto dos en la carretera Coba-Tulum, y dos para el tramo Tulum-Laguna Chumpokó de la Carretera Federal 307 Cancún-Chetumal; y tres para anfibios, reptiles y mamíferos medianos en el tramo Tulum-Xel-ha de la Carretera Federal 307 Cancún-Chetumal, para ello se colocarán losas de 2 m de ancho por 1.2 m de alto. Así como un paso para cada tramo para fauna arborícola.

Indicadores de cumplimiento:

Los pasos de fauna terrestres y aéreos están concebidos para una duración de largo plazo (decenas de años), por lo tanto a través del tiempo las estructuras y sus componentes se van deteriorando y es necesario remplazar algunas partes de estas, de tal manera que los pasos de fauna y sus vallados perimetrales, requieren de inspección y mantenimiento periódico. E incluyen aspectos como la poda de la vegetación de los accesos, al interior del paso, o el arreglo de desperfectos en las mallas de los cerramientos, etc. Asimismo, para los pasos de fauna arbórea se realizarán inspecciones para evitar un desgaste excesivo de los elementos que componen el paso (cuerdas, cables, plataformas) y reemplazar los que estuvieran en mal estado. Por lo tanto, es imprescindible que dentro de la programación de las tareas de mantenimiento global de la carretera se incorpore el plan de mantenimiento y los controles para detectar cualquier deterioro o desperfecto de los pasos de fauna para garantizar la funcionalidad de estas medidas de mitigación a largo plazo.

Seguimiento y Evaluación de la Efectividad de los Pasos de Fauna

El segundo aspecto clave que hay que considerar después de la construcción de la carretera es el seguimiento y evaluación de la efectividad de los pasos de fauna, que permitirá establecer si los pasos se han instalado o construido correctamente, así como, diseñar y aplicar las mejoras necesarias para optimizar su funcionamiento. Se dará un seguimiento o monitoreo de los pasos, como mínimo durante los tres primeros años de operación de la vía. Esto obedece a que la efectividad de los pasos irá aumentando gradualmente, debido a que la fauna a través del tiempo aprenderá a utilizar los pasos, por

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

consiguiente se prevé que se tardará aproximadamente 2 años en establecerse las rutas específicas a través de ellos, tiempo en que podrían darse atropellamientos.

Por otra parte, algunas evaluaciones de efectividad de los puentes, como la valoración de la incidencia de muertes por atropellamiento y la evaluación de las especies que utilizan los pasos y frecuencia de uso, requieren de estudios a largo plazo, llevados a cabo por expertos o personal capacitado que esté familiarizado con los procedimientos específicos para registrar y evaluar los datos. El éxito del paso de fauna se tiene cuando la fauna los utiliza en sus desplazamientos y de esta forma se evitan los atropellamientos y colisiones sobre la superficie de rodamiento. En caso de no ser así, significa que se tuvo un error ya sea en el diseño, en el sitio donde se colocó el paso, la ambientación, o la fauna no lo reconoce. El primer paso es determinar si el paso de fauna está siendo utilizado y para ello se proponen varios métodos que proporcionan información de qué especies y con qué frecuencia utilizan estas estructuras. Los métodos propuestos son los muestreos directos, a través de la observación directa de los animales que utilizan el paso, muestreos indirectos a través de la identificación de huellas o excretas, los muestreos a través del uso de cámaras trampas y los muestreo de atropellamientos.

Monitoreo de Pasos Para Anfibios, Reptiles y Pequeños Mamíferos

El primer método está dirigido hacia los anfibios, a mamíferos pequeños y a ciertos reptiles; para ello es necesario realizar muestreos diurnos y nocturnos y hacer registros directos sobre los individuos observados en las estructuras de guía de cada paso, así como los ejemplares que se encuentren dentro del mismo.

Estos conteos se realizarán durante tres días por semana, muestreando una semana y descansando dos, se registrará la especie y el número de individuos encontrados en el sitio, durante dos semanas, los primeros dos años.

El segundo método consiste en localizar rastros de los organismos que cruzan en el paso, para esto es necesario el colocar sustratos que permitan que la huella del animal se registre en el sitio.

Se puede colocar harina o tierra fina en ambos extremos del paso y una en la parte media en forma de franjas que abarquen el ancho del paso. Estas franjas tendrán un ancho de 1.5 m con 1 cm de espesor para evitar que ningún animal en su andar no deje su huella grabada. Esta material se extenderá con una escoba.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El objetivo de poner las tres franjas de material es el determinar si el animal cruzó o no el paso.

No se recomienda poner estaciones olfativas ya que esto puede sobreestimar el uso del paso de fauna.

El muestreo a través de este método se debe de realizar a lo largo de una semana continua de muestreo, con una semana de descanso, durante los meses posteriores al inicio de la operación del libramiento.

La desventaja de este tipo de muestreo es que se dificulta saber cuántos individuos de una misma especie utilizan el paso, lo que da un muestreo incompleto.

Monitoreo de pasos de fauna, de puentes y de pasos arbóreos

El uso de cámaras trampa es tal vez el mejor método para cuantificar la fauna que hace uso de los pasos, se colocará una cámara en cada una de las entradas de los pasos en perfiles opuesto con el fin de detectar las marcas laterales distintivas de los individuos que crucen.

En los pasos terrestres las cámaras se colocarán a la altura de la rodilla para detectar mamíferos medianos y en el caso de los pasos arbóreos hacia el frente del paso.

El periodo de muestreos puede variar sin embargo se pueden instalar las cámaras durante una semana completa y descansando una o dos.

Esto al principio y conforme avanza el tiempo de operación estos monitoreos serán más espaciados.

La revisión de cámaras se puede efectuar al tercer día y al retiro de éstas.

Se registrará la especie y número de individuos fotografiados.

Una vez obtenida la información se elaborará un reporte con gráficos el cual ayudará a entender el comportamiento de la fauna con respecto a los pasos de fauna.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Integración y análisis de precios unitarios:

Se presenta un desglose de los costos considerados para llevar a cabo la MM5, al final se incluye el total, en todos los casos, se considera el precio más alto, para que sirva para fines de afianzamiento de cada medida de mitigación; pero cuando se concursa la obra y sus MM, es cuando se tendrán los montos exactos, ya que depende de la empresa ejecutora que gane el concurso.

Tabla 12 Precios unitarios para llevar a cabo MM5

Concepto	Cantidad	Unitario	Total
Monitoreo de Pasos Fauna, Viaductos Arbóreos-atropellamiento			
Cámaras Trampa Cudeback Hair Trigger **	42	\$3,945.70	\$165,719.40
Memorias SD 1 GB	60	\$247.50	\$14,850.00
Hieleras	6	\$935.00	\$5,610.00
Herramientas diversas			\$8,800.00
Cajas de Herramientas	4	\$990.00	\$3,960.00
Lámparas tipo cazador	10	\$1,100.00	\$11,000.00
Memoria portátil de 380 GB/disco duro externo	1	\$2,200.00	\$2,200.00
Baterías Duracell D	800	\$24.75	\$19,800.00
Baterías AA y C	250		\$6,600.00
Mochilas	5	\$660.00	\$3,300.00
Ligas sujetadoras Para Cámaras Trampa	40	\$30.80	\$1,232.00
Cajas de seguridad para cámaras	40	\$715.00	\$28,600.00
Materiales diversos			\$11,000.00
Papelería			\$9,900.00
Laptop	2	\$13,750.00	\$27,500.00
Cuatrimoto JINLUN JL150ST 150 C.C.	2	\$32,120.00	\$64,240.00
Camioneta Ford Ranger doble Cabina	1	\$258,610.00	\$258,610.00
Mantenimiento Vehículos	3	\$8,800.00	\$26,400.00
Gasolina y Aceites			\$49,500.00
		Subtotal	\$718,821.40
Monitoreo de Pasos Fauna, Viaductos Arbóreos-atropellamiento			
Binoculares	4	\$1,650.00	\$6,600.00
GPS	2	\$7,150.00	\$14,300.00
Laptop	1	\$13,750.00	\$13,750.00
Cámara fotográfica	1	\$9,350.00	\$9,350.00

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Cuatrimoto JINLUN JL150ST 150 C.C.	2	\$32,120.00	\$64,240.00
Mochilas	2	\$660.00	\$1,320.00
Materiales diversos			\$11,000.00
Subtotal			\$120,560.00
Monitoreo Jaguares Conectividad			
Collar - Jaguar- Satelital TGW-4480 GEN 4 GPS	4	\$50,531.25	\$202,125.00
Argos Satélite - Servicio Anual x 4 Collares	4	\$15,372.50	\$61,490.00
Costos de Importación y Flete	4	\$9,212.50	\$36,850.00
Costo de Captura / Jaguar/SAR TULUM	4	\$71,500.00	\$286,000.00
Imagen Satelital	1	\$16,500.00	\$16,500.00
Materiales diversos			\$11,000.00
Subtotal			\$613,965.00

	No. De Personas	Salario Mensual	Periodo/meses	Total
Personal para el Programa de Monitoreo				
Coordinación y supervisión del programa de monitoreo	1	\$46,200.00	12	\$554,400.00
Biólogo Monitoreo Carreteras, Pasos Fauna, Viaductos 1/3 T	1	\$6,050.00	12	\$72,600.00
Biólogo Monitoreo Anfibios Reptiles y Pequeños Mamíferos 1/3 T	1	\$6,050.00	12	\$72,600.00
Biólogo Monitoreo Monos 1/3 T	1	\$6,050.00	12	\$72,600.00
Biólogo Monitoreo Jaguares 1/2 T	1	\$8,800.00	12	\$105,600.00
Técnico SIG	1	\$13,200.00	12	\$158,400.00
Técnico de Campo	2	\$5,500.00	12	\$66,000.00
Subtotal				\$1,102,200.00
Pago estudio sobre 3 tramos	330000	\$1.00	\$330,000.00	
Total				\$2,885,546.40

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VI.8 Medida de mitigación 6

VI.9 Programa de reforestación y pago por servicios ambientales

Tipo de medida: Compensación y mitigación reducción

Ubicación espacial: Se reforestará la brecha cortafuego que abrieron los ejidatarios de Jacinto Pat y algunos predios de ejidatarios que desmontaron con apoyo de la SAGARPA.

Las coordenadas de los polígonos que se propone reforestar, se muestran en las Tablas 13 a la 17.

Tabla 13 Coordenadas UTM 16Q, del Polígono 1, se reforestará con especies de la SMSC

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	458675	2245374	30	459875	2245371	59	461006	2245334	88	459671	2245343
2	458701	2245374	31	459889	2245371	60	460998	2245335	89	459568	2245344
3	458713	2245376	32	460005	2245371	61	460990	2245332	90	459502	2245345
4	458730	2245375	33	460021	2245371	62	460962	2245333	91	459486	2245339
5	458741	2245372	34	460136	2245370	63	460912	2245337	92	459445	2245338
6	458873	2245372	35	460262	2245369	64	460862	2245338	93	459432	2245337
7	458928	2245371	36	460283	2245370	65	460841	2245335	94	459404	2245338
8	459003	2245370	37	460393	2245370	66	460824	2245335	95	459357	2245343
9	459032	2245371	38	460415	2245371	67	460796	2245337	96	459294	2245343
10	459123	2245370	39	460428	2245370	68	460760	2245339	97	459235	2245345
11	459134	2245371	40	460597	2245367	69	460736	2245340	98	459190	2245344
12	459180	2245367	41	460598	2245367	70	460724	2245342	99	459173	2245344
13	459191	2245368	42	460598	2245367	71	460677	2245339	100	459129	2245348
14	459208	2245369	43	460599	2245367	72	460592	2245342	101	459118	2245350
15	459246	2245368	44	460599	2245368	73	460592	2245341	102	459056	2245350
16	459280	2245367	45	460600	2245368	74	460585	2245341	103	458985	2245353
17	459302	2245368	46	460600	2245368	75	460546	2245344	104	458935	2245351
18	459319	2245367	47	460709	2245378	76	460517	2245344	105	458869	2245355
19	459370	2245369	48	460722	2245375	77	460465	2245344	106	458838	2245345
20	459402	2245369	49	460734	2245368	78	460418	2245344	107	458819	2245348
21	459428	2245369	50	460756	2245368	79	460401	2245350	108	458775	2245355
22	459500	2245370	51	460784	2245365	80	460290	2245349	109	458737	2245352
23	459515	2245370	52	460823	2245363	81	460268	2245349	110	458705	2245353
24	459554	2245367	53	460870	2245360	82	460161	2245349	111	458676	2245354
25	459569	2245368	54	461035	2245353	83	460042	2245350	112	458676	2245355
26	459613	2245369	55	461039	2245352	84	459924	2245349	113	458675	2245374
27	459621	2245370	56	461032	2245348	85	459897	2245349			
28	459744	2245370	57	461028	2245335	86	459809	2245347			
29	459757	2245370	58	461024	2245334	87	459770	2245346			

Tabla 14 Coordenadas UTM 16Q, del Polígono 2, se reforestará con especies de la SMSC

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	456141	2245351	90	454946	2245333	179	454063	2245336	268	454912	2245350

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

2	456142	2245351	91	454933	2245332	180	453958	2245340	269	454942	2245351
3	456142	2245351	92	454929	2245330	181	453953	2245345	270	454958	2245352
4	456139	2245350	93	454924	2245323	182	453947	2245352	271	455020	2245350
5	456133	2245350	94	454915	2245325	183	453943	2245348	272	455033	2245351
6	456116	2245350	95	454905	2245333	184	453942	2245344	273	455049	2245359
7	456082	2245351	96	454891	2245335	185	453937	2245341	274	455055	2245355
8	456059	2245344	97	454884	2245334	186	453927	2245344	275	455085	2245361
9	456008	2245343	98	454877	2245330	187	453924	2245349	276	455100	2245362
10	455984	2245340	99	454869	2245326	188	453918	2245354	277	455113	2245360
11	455961	2245339	100	454863	2245327	189	453914	2245354	278	455135	2245354
12	455939	2245340	101	454861	2245330	190	453913	2245352	279	455211	2245356
13	455919	2245342	102	454845	2245331	191	453913	2245348	280	455240	2245355
14	455908	2245342	103	454831	2245330	192	453912	2245343	281	455249	2245358
15	455888	2245340	104	454821	2245331	193	453907	2245337	282	455257	2245361
16	455869	2245342	105	454812	2245331	194	453888	2245337	283	455265	2245368
17	455860	2245344	106	454805	2245330	195	453871	2245339	284	455278	2245369
18	455845	2245342	107	454795	2245330	196	453864	2245342	285	455295	2245366
19	455830	2245337	108	454788	2245324	197	453856	2245348	286	455305	2245360
20	455819	2245332	109	454784	2245319	198	453865	2245355	287	455311	2245357
21	455805	2245336	110	454775	2245317	199	453875	2245355	288	455318	2245359
22	455796	2245334	111	454763	2245319	200	453884	2245363	289	455357	2245358
23	455784	2245331	112	454752	2245330	201	453897	2245363	290	455395	2245355
24	455769	2245330	113	454743	2245330	202	453898	2245368	291	455417	2245352
25	455757	2245332	114	454730	2245326	203	453909	2245366	292	455436	2245352
26	455744	2245327	115	454717	2245323	204	453923	2245370	293	455459	2245355
27	455735	2245328	116	454710	2245326	205	453940	2245370	294	455480	2245356
28	455726	2245327	117	454701	2245331	206	453968	2245367	295	455519	2245358
29	455713	2245326	118	454697	2245324	207	453988	2245365	296	455552	2245359
30	455698	2245327	119	454691	2245317	208	454005	2245365	297	455584	2245360
31	455685	2245328	120	454679	2245317	209	454025	2245361	298	455619	2245360
32	455673	2245327	121	454668	2245326	210	454044	2245362	299	455648	2245362
33	455663	2245327	122	454657	2245328	211	454079	2245365	300	455665	2245363
34	455648	2245327	123	454642	2245326	212	454117	2245361	301	455680	2245363
35	455635	2245327	124	454627	2245330	213	454146	2245359	302	455698	2245365
36	455614	2245325	125	454620	2245334	214	454160	2245358	303	455719	2245364
37	455590	2245325	126	454613	2245328	215	454180	2245358	304	455739	2245364
38	455578	2245327	127	454599	2245328	216	454185	2245366	305	455760	2245365
39	455561	2245327	128	454594	2245332	217	454197	2245363	306	455781	2245369
40	455541	2245326	129	454573	2245328	218	454208	2245363	307	455807	2245369
41	455516	2245327	130	454560	2245326	219	454211	2245360	308	455829	2245368
42	455493	2245326	131	454548	2245307	220	454225	2245364	309	455849	2245374
43	455475	2245327	132	454532	2245305	221	454236	2245363	310	455860	2245376
44	455453	2245330	133	454509	2245311	222	454257	2245363	311	455890	2245369
45	455409	2245332	134	454500	2245325	223	454272	2245364	312	455917	2245368
46	455405	2245336	135	454483	2245331	224	454298	2245362	313	455941	2245366
47	455394	2245338	136	454467	2245335	225	454311	2245360	314	455961	2245370
48	455385	2245332	137	454453	2245325	226	454317	2245355	315	455985	2245368
49	455371	2245331	138	454438	2245328	227	454319	2245354	316	456013	2245366
50	455362	2245331	139	454392	2245330	228	454338	2245353	317	456021	2245365
51	455354	2245338	140	454379	2245333	229	454359	2245351	318	456037	2245368
52	455315	2245337	141	454362	2245329	230	454366	2245357	319	456059	2245369
53	455310	2245337	142	454351	2245328	231	454370	2245362	320	456077	2245369

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

54	455300	2245338	143	454341	2245329	232	454388	2245363	321	456087	2245372
55	455287	2245341	144	454335	2245322	233	454398	2245361	322	456101	2245364
56	455275	2245340	145	454317	2245325	234	454412	2245360	323	456113	2245363
57	455267	2245335	146	454303	2245335	235	454423	2245360	324	456129	2245361
58	455257	2245330	147	454293	2245345	236	454444	2245356	325	456132	2245360
59	455245	2245327	148	454282	2245346	237	454457	2245356	326	456133	2245360
60	455237	2245328	149	454279	2245339	238	454470	2245357	327	456134	2245360
61	455228	2245330	150	454284	2245331	239	454490	2245353	328	456134	2245360
62	455221	2245332	151	454291	2245321	240	454496	2245349	329	456134	2245360
63	455211	2245330	152	454296	2245310	241	454514	2245348	330	456134	2245360
64	455188	2245331	153	454282	2245314	242	454529	2245348	331	456134	2245360
65	455177	2245324	154	454270	2245326	243	454543	2245348	332	456135	2245359
66	455173	2245321	155	454258	2245333	244	454558	2245352	333	456135	2245359
67	455171	2245322	156	454251	2245332	245	454584	2245354	334	456136	2245358
68	455159	2245322	157	454247	2245337	246	454598	2245353	335	456136	2245358
69	455151	2245327	158	454241	2245337	247	454607	2245353	336	456137	2245357
70	455149	2245331	159	454234	2245334	248	454623	2245352	337	456137	2245357
71	455134	2245332	160	454231	2245325	249	454636	2245354	338	456137	2245356
72	455127	2245331	161	454225	2245320	250	454647	2245353	339	456137	2245356
73	455120	2245328	162	454220	2245324	251	454655	2245350	340	456138	2245356
74	455108	2245330	163	454214	2245330	252	454672	2245350	341	456138	2245355
75	455098	2245330	164	454205	2245337	253	454684	2245352	342	456138	2245354
76	455093	2245326	165	454195	2245337	254	454691	2245357	343	456140	2245353
77	455086	2245323	166	454188	2245333	255	454701	2245355	344	456140	2245353
78	455078	2245327	167	454176	2245334	256	454723	2245351	345	456140	2245352
79	455067	2245328	168	454170	2245336	257	454729	2245347	346	456140	2245352
80	455059	2245330	169	454168	2245332	258	454737	2245350	347	456141	2245352
81	455052	2245326	170	454160	2245333	259	454758	2245350	348	456141	2245352
82	455049	2245323	171	454152	2245329	260	454774	2245352	349	456141	2245352
83	455024	2245324	172	454137	2245331	261	454785	2245354	350	456141	2245352
84	455010	2245323	173	454132	2245336	262	454792	2245353	351	456141	2245352
85	455006	2245327	174	454122	2245335	263	454808	2245349	352	456141	2245352
86	455003	2245330	175	454107	2245334	264	454820	2245350	353	456141	2245351
87	454988	2245328	176	454097	2245335	265	454843	2245349			
88	454984	2245326	177	454088	2245333	266	454861	2245349			
89	454970	2245330	178	454076	2245331	267	454879	2245352			

Tabla 15 Coordenadas UTM 16Q, del Polígono 3, se reforestará con especies de la SMSP

ID	X	Y									
1	457579	2244551	6	457485	2244981	11	457907	2245018	16	457762	2244430
2	457664	2244713	7	457523	2245070	12	457941	2245008	17	457795	2244480
3	457591	2244768	8	457627	2245243	13	458233	2244856	18	457728	2244523
4	457403	2244876	9	457773	2245127	14	458045	2244631	19	457719	2244492
5	457426	2244917	10	457860	2245054	15	457840	2244382	20	457579	2244551

Tabla 16 Coordenadas UTM 16Q, del Polígono 4, se reforestará con especies de la SMSP

ID	X	Y									
1	456671	2244920	7	456840	2245016	13	456929	2244857	19	456864	2244817
2	456666	2244971	8	456892	2244977	14	456913	2244862	20	456790	2244863
3	456677	2245007	9	456964	2244960	15	456903	2244812	21	456736	2244882
4	456693	2245062	10	456947	2244952	16	456887	2244777	22	456671	2244920

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

5 456709 2245086	11 456938 2244923	17 456865 2244783
6 456796 2245032	12 456917 2244881	18 456877 2244800

Tabla 17 Coordenadas UTM 16Q, del Polígono 5, se reforestará con especies de la SMSP

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	456383	2245351	138	456136	2245358	275	456677	2245488	412	457571	2245350
2	456386	2245348	139	456136	2245358	276	456678	2245493	413	457551	2245349
3	456401	2245337	140	456135	2245359	277	456677	2245501	414	457518	2245352
4	456419	2245327	141	456134	2245360	278	456677	2245505	415	457487	2245352
5	456431	2245322	142	456134	2245360	279	456678	2245508	416	457465	2245350
6	456442	2245311	143	456134	2245360	280	456684	2245515	417	457453	2245350
7	456453	2245298	144	456147	2245360	281	456683	2245520	418	457440	2245348
8	456463	2245285	145	456152	2245360	282	456678	2245523	419	457411	2245350
9	456468	2245274	146	456159	2245362	283	456674	2245523	420	457384	2245351
10	456471	2245262	147	456178	2245362	284	456675	2245527	421	457350	2245350
11	456460	2245246	148	456180	2245362	285	456676	2245531	422	457327	2245352
12	456453	2245235	149	456186	2245363	286	456685	2245542	423	457299	2245351
13	456448	2245219	150	456201	2245366	287	456695	2245549	424	457252	2245351
14	456443	2245211	151	456207	2245369	288	456702	2245550	425	457236	2245349
15	456435	2245213	152	456212	2245370	289	456709	2245549	426	457212	2245350
16	456431	2245212	153	456239	2245373	290	456718	2245549	427	457196	2245352
17	456423	2245218	154	456251	2245380	291	456732	2245553	428	457178	2245352
18	456407	2245222	155	456259	2245382	292	456731	2245578	429	457164	2245351
19	456396	2245231	156	456264	2245382	293	456724	2245594	430	457143	2245351
20	456390	2245241	157	456269	2245381	294	456726	2245595	431	457131	2245351
21	456389	2245250	158	456280	2245384	295	456731	2245595	432	457119	2245351
22	456403	2245253	159	456283	2245385	296	456752	2245589	433	457102	2245351
23	456415	2245254	160	456283	2245389	297	456772	2245616	434	457087	2245352
24	456416	2245258	161	456280	2245393	298	456777	2245624	435	457074	2245354
25	456415	2245274	162	456281	2245393	299	456784	2245630	436	457061	2245351
26	456408	2245285	163	456276	2245397	300	456793	2245645	437	457045	2245352
27	456394	2245300	164	456272	2245398	301	456805	2245664	438	457021	2245352
28	456383	2245307	165	456266	2245399	302	456811	2245668	439	457006	2245352
29	456375	2245308	166	456263	2245399	303	456812	2245675	440	456994	2245352
30	456367	2245315	167	456256	2245401	304	456836	2245667	441	456977	2245352
31	456360	2245323	168	456246	2245405	305	456839	2245667	442	456957	2245352
32	456356	2245336	169	456241	2245408	306	456849	2245659	443	456940	2245353
33	456351	2245340	170	456239	2245410	307	456886	2245637	444	456918	2245353
34	456347	2245343	171	456238	2245421	308	456909	2245633	445	456901	2245353
35	456335	2245345	172	456240	2245422	309	456931	2245615	446	456889	2245353
36	456323	2245348	173	456250	2245422	310	456946	2245615	447	456876	2245352
37	456313	2245349	174	456257	2245424	311	456947	2245608	448	456865	2245351
38	456300	2245344	175	456271	2245424	312	456945	2245594	449	456863	2245351
39	456292	2245340	176	456288	2245411	313	456945	2245592	450	456862	2245351
40	456291	2245336	177	456296	2245408	314	456946	2245588	451	456860	2245348
41	456286	2245320	178	456308	2245401	315	456951	2245583	452	456858	2245341
42	456285	2245312	179	456315	2245398	316	456955	2245583	453	456856	2245334
43	456271	2245307	180	456319	2245394	317	456964	2245577	454	456851	2245329
44	456261	2245306	181	456321	2245389	318	456967	2245575	455	456849	2245326
45	456246	2245305	182	456325	2245384	319	456981	2245585	456	456844	2245314
46	456240	2245305	183	456329	2245382	320	456983	2245587	457	456843	2245309
47	456227	2245294	184	456335	2245379	321	456989	2245573	458	456842	2245298

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

48	456225	2245292	185	456335	2245376	322	457001	2245563	459	456839	2245286
49	456223	2245276	186	456347	2245372	323	457001	2245557	460	456835	2245275
50	456221	2245266	187	456366	2245376	324	457001	2245549	461	456831	2245265
51	456218	2245258	188	456375	2245378	325	456995	2245545	462	456824	2245257
52	456219	2245248	189	456381	2245380	326	456981	2245535	463	456813	2245245
53	456229	2245241	190	456384	2245389	327	456977	2245518	464	456808	2245236
54	456238	2245234	191	456385	2245395	328	456973	2245511	465	456805	2245229
55	456246	2245229	192	456385	2245406	329	456963	2245501	466	456800	2245218
56	456254	2245225	193	456386	2245417	330	456961	2245499	467	456795	2245209
57	456266	2245218	194	456383	2245422	331	456960	2245500	468	456789	2245196
58	456280	2245212	195	456377	2245429	332	456933	2245441	469	456785	2245187
59	456294	2245203	196	456370	2245434	333	456910	2245416	470	456782	2245181
60	456315	2245190	197	456372	2245444	334	456893	2245390	471	456781	2245174
61	456330	2245189	198	456373	2245454	335	456886	2245380	472	456777	2245166
62	456341	2245204	199	456370	2245461	336	456878	2245373	473	456772	2245157
63	456349	2245206	200	456367	2245465	337	456881	2245370	474	456764	2245148
64	456355	2245199	201	456368	2245477	338	456883	2245368	475	456758	2245144
65	456356	2245185	202	456370	2245482	339	456928	2245370	476	456751	2245142
66	456362	2245184	203	456376	2245490	340	456941	2245371	477	456748	2245143
67	456378	2245185	204	456380	2245495	341	457013	2245370	478	456741	2245147
68	456392	2245182	205	456382	2245504	342	457077	2245370	479	456737	2245147
69	456401	2245171	206	456385	2245509	343	457109	2245371	480	456724	2245152
70	456411	2245158	207	456391	2245515	344	457152	2245374	481	456719	2245159
71	456420	2245151	208	456397	2245517	345	457160	2245374	482	456718	2245165
72	456430	2245142	209	456406	2245520	346	457205	2245372	483	456707	2245171
73	456441	2245135	210	456415	2245523	347	457249	2245374	484	456702	2245174
74	456449	2245125	211	456418	2245524	348	457331	2245376	485	456697	2245172
75	456452	2245116	212	456422	2245530	349	457389	2245376	486	456695	2245169
76	456449	2245100	213	456424	2245531	350	457404	2245378	487	456695	2245164
77	456434	2245089	214	456427	2245531	351	457434	2245375	488	456693	2245157
78	456427	2245083	215	456440	2245522	352	457460	2245368	489	456690	2245146
79	456415	2245080	216	456446	2245521	353	457527	2245370	490	456688	2245139
80	456408	2245080	217	456462	2245512	354	457565	2245380	491	456686	2245131
81	456395	2245086	218	456467	2245508	355	457691	2245376	492	456681	2245123
82	456381	2245095	219	456473	2245508	356	457704	2245376	493	456671	2245118
83	456370	2245100	220	456480	2245506	357	457728	2245369	494	456660	2245117
84	456362	2245102	221	456487	2245502	358	457753	2245370	495	456650	2245117
85	456346	2245104	222	456491	2245493	359	457772	2245369	496	456643	2245117
86	456329	2245107	223	456490	2245488	360	457794	2245374	497	456636	2245117
87	456318	2245112	224	456486	2245484	361	457810	2245382	498	456626	2245117
88	456310	2245125	225	456483	2245485	362	457814	2245387	499	456620	2245117
89	456297	2245138	226	456477	2245487	363	457819	2245387	500	456605	2245119
90	456288	2245149	227	456472	2245468	364	457840	2245371	501	456581	2245129
91	456276	2245158	228	456458	2245456	365	457886	2245375	502	456575	2245131
92	456262	2245165	229	456458	2245448	366	457996	2245383	503	456570	2245133
93	456252	2245169	230	456473	2245442	367	458015	2245381	504	456553	2245139
94	456244	2245172	231	456470	2245435	368	458090	2245383	505	456542	2245150
95	456232	2245171	232	456456	2245434	369	458165	2245381	506	456537	2245167
96	456222	2245174	233	456455	2245427	370	458203	2245376	507	456537	2245171
97	456210	2245179	234	456461	2245411	371	458238	2245376	508	456534	2245183
98	456206	2245183	235	456458	2245403	372	458381	2245376	509	456534	2245190
99	456194	2245194	236	456438	2245410	373	458467	2245376	510	456533	2245198

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

100	456189	2245201	237	456429	2245412	374	458660	2245374	511	456537	2245204
101	456183	2245209	238	456424	2245413	375	458675	2245374	512	456540	2245206
102	456154	2245228	239	456419	2245413	376	458675	2245374	513	456540	2245210
103	456149	2245232	240	456417	2245415	377	458676	2245355	514	456539	2245217
104	456160	2245248	241	456410	2245412	378	458676	2245354	515	456540	2245224
105	456171	2245263	242	456405	2245407	379	458664	2245352	516	456539	2245231
106	456174	2245271	243	456402	2245390	380	458645	2245351	517	456536	2245243
107	456185	2245283	244	456403	2245383	381	458582	2245357	518	456532	2245250
108	456192	2245297	245	456405	2245375	382	458509	2245355	519	456530	2245255
109	456198	2245311	246	456407	2245371	383	458427	2245357	520	456528	2245264
110	456207	2245320	247	456413	2245370	384	458367	2245354	521	456529	2245272
111	456209	2245322	248	456430	2245368	385	458276	2245355	522	456533	2245277
112	456224	2245335	249	456451	2245367	386	458241	2245355	523	456537	2245279
113	456229	2245347	250	456471	2245368	387	458156	2245362	524	456545	2245285
114	456239	2245351	251	456502	2245374	388	458121	2245356	525	456552	2245289
115	456142	2245351	252	456509	2245375	389	458096	2245362	526	456558	2245289
116	456142	2245351	253	456519	2245374	390	458031	2245362	527	456567	2245285
117	456142	2245351	254	456547	2245373	391	458009	2245362	528	456572	2245280
118	456141	2245351	255	456556	2245372	392	457985	2245362	529	456577	2245273
119	456141	2245351	256	456565	2245372	393	457972	2245362	530	456582	2245267
120	456141	2245351	257	456593	2245372	394	457957	2245362	531	456584	2245261
121	456141	2245352	258	456599	2245372	395	457944	2245362	532	456585	2245258
122	456141	2245352	259	456614	2245372	396	457912	2245361	533	456585	2245256
123	456141	2245352	260	456626	2245379	397	457836	2245355	534	456586	2245257
124	456141	2245352	261	456628	2245393	398	457803	2245356	535	456591	2245264
125	456141	2245352	262	456632	2245390	399	457753	2245353	536	456592	2245270
126	456141	2245352	263	456631	2245398	400	457737	2245354	537	456593	2245277
127	456140	2245352	264	456637	2245402	401	457730	2245354	538	456598	2245283
128	456140	2245352	265	456641	2245406	402	457725	2245355	539	456603	2245289
129	456140	2245353	266	456643	2245417	403	457714	2245354	540	456608	2245296
130	456140	2245353	267	456655	2245436	404	457689	2245354	541	456607	2245302
131	456140	2245353	268	456661	2245438	405	457681	2245354	542	456607	2245307
132	456138	2245354	269	456663	2245446	406	457678	2245353	543	456607	2245313
133	456138	2245355	270	456664	2245469	407	457649	2245354	544	456609	2245319
134	456137	2245356	271	456665	2245471	408	457642	2245349	545	456615	2245325
135	456137	2245356	272	456671	2245472	409	457638	2245349	546	456624	2245342
136	456137	2245357	273	456678	2245473	410	457619	2245354	547	456629	2245351
137	456136	2245358	274	456682	2245477	411	457595	2245352	548	456383	2245351

Etapas de aplicación: A partir de la señalización del trazo para dar tiempo a las plantas que se aclimaten en el vivero y tomen fuerza para su reubicación en campo.

En la Tabla 18 se presenta el cronograma de trabajo del programa de reforestación y pago por servicios ambientales.

Tabla 18 Calendarización de la reforestación

Actividades	Duración	Años en los cuales se ejecutará la acción			
		1	2	Años 3 - 6 o 7	Producto

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Establecimiento de semillas y juveniles en el vivero de Ecosur (paralelo al establecimiento del vivero de la MM3)	3 meses				Vivero, establecido en el jardín botánico de Eco sur. Funcionará durante toda la etapa de reforestación.
Colecta de Semillas	12 meses	Todo el primer año, se colectarán las semillas y se registrará un calendario fenológico para la colecta específica de ser necesario colectar el año siguiente alguna especie particular para producir			Semillas para propagación, no sólo de especies en la NOM, y en particular de SMSP y SMSC
Colecta de Estacas	3 meses				Árboles
Propagación y mantenimiento de plantas en vivero	84 meses				Plántulas, dependiendo de la especie, y su tamaño se reforestará garantizando su sobrevivencia
Crecimiento de plantas en vivero	84 meses				Arbolitos
Plantación en Predio 1	1 meses				
Plantación en Predio 2	2 meses				
Plantación Predio 3	8				
Plantación Predio 4	1				
Plantación Predio 5	6				
Elaboración de cepas para reforestar	1-2 meses				Cepas
Mantenimiento de las plantaciones	84 meses			El monitoreo se llevará a cabo hasta el 7o. año si se planta en el 2o. año	Consolidación de las plantaciones
Monitoreo	84 meses			El monitoreo se llevará a cabo hasta el 7o. año si se planta en el 2o. año	Informes de estado de la plantación y correctivos
Elaboración de informes	84 meses				Reportes de cumplimiento

Impacto del proyecto que mitiga o Norma que cumple:

Impacto 3. Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén; Impacto 4: Pérdida de vegetación forestal durante el desmonte y afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; Impacto 5: Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

fauna silvestre; e Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos. Objetivo: Reducir el efecto barrera y borde dentro del SAR, para la fauna silvestre; que se forma al tener dos áreas paralelas desmontadas a menos de 300 m de distancia una de otra.

Compensar dentro del SAR el desmonte de 38.62 ha de vegetación de tipo forestal. Incorporar una zona donde se resguarden los individuos incluidos en la NOM-059SEMARNAT-2010 rescatados mediante procedimiento detallado en la MM3. Antecedentes: La zona que se propone para reforestación corresponde a un área que desmontó el ejido Jacinto Pat, para “brecha cortafuego” donde ya existía una terracería; en esa zona quería el ejido que se construyera el libramiento a Tulum, pero no es posible porque el POET lo prohíbe, ya que el criterio MAE 54 que aplica a las UGA 1 y 14 (donde se asienta esta zona desmontada) dice “Las áreas que se afecten sin autorización, por incendios, movimientos de tierra, productos o actividades que eliminen y/o modifiquen la cobertura vegetal no podrán ser comercializados o aprovechados para ningún uso en un plazo de 10 años y deberán ser reforestados con plantas nativas por sus propietarios, previa notificación al municipio.”

Los propietarios de esa tierra es el ejido Jacinto Pat y es tierra común, se les contratará a los ejidatarios que dispongan de tiempo para las obras de reforestación, con lo que se cumplirá este criterio. El proyecto del trazo corre paralelo a esta zona desmontada, que en algunos puntos llega a tener hasta 80 m de ancho, en la que la fauna más sensible al disturbio no se atreve a cruzar; una vez construido el trazo, la parte intermedia entre ambas líneas desmontadas, crearán un parche intermedio, donde solo parte de la fauna se desplazará; por lo que la reforestación de dicha área en particular disminuirá notablemente el efecto barrera en el SAR y permitirá su incorporación a las áreas cubiertas de selva aledañas a ella; además de que tendrá una importancia como reservorio de genoma de flora incluida en la NOM-059.

La SEMARNAT normalmente pide una compensación 1:3 desmonte, en el programa de reforestación, cuando hay pérdida de vegetación forestal. Para el caso de esta obra, se buscó contar con una superficie de 120 ha para reforestar, se consultó con el municipio de Tulum, con ONG e instituciones. El municipio proponía camellones y áreas urbanas para reforestación (que no es el objetivo para la compensación) y los grupos de las organizaciones sociales que contactamos nos comentaron que en Estado de Quintana Roo las reforestaciones normalmente no son funcionales por la gran especulación que hay en el precio de la tierra. Los Ejidatarios están vendiendo, como en ningún otro lado de Latinoamérica, los predios para desarrollos turísticos, ecoturísticos, gasolineras, campos

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

de golf, etc. Aunque les dicen a los compradores, que está prohibidos lo usos que pretenden según el POET, los compradores responden que los ejidatarios vendan y ellos como compradores se encargan de los permisos. Entonces la mayor preocupación para el SAR, es frenar, el cambio de uso forestal a cualquier otro uso, sin los permisos ambientales aplicables. Después de una discusión con los especialistas, se llegó a la conclusión que la mejor forma de evitar que se vendan las hectáreas a los desarrolladores, es pagarles a los ejidatarios por conservar sus parcelas, mediante el pago por servicios ambientales. Se propone en contraposición de la reforestación de 120 Ha, destinar una cantidad de recursos similar a la compra o establecimiento de una servidumbre ecológica a perpetuidad en un predio en la región, el cual sea prioritario para la conservación de la biodiversidad. Esto es en lugar de tratar de reconstruir la selva que se va a eliminar, se plantea compensar asegurando la conservación a perpetuidad de otra área con una biodiversidad similar y que sea parte de un sistema o un complejo de unidades de conservación para asegurar la viabilidad de las poblaciones de fauna silvestre y de procesos ecológicos en operación. Quintana Roo tiene una de las tasas más elevadas de crecimiento poblacional y deforestación del país. Para lograr conservar la biodiversidad (en la mayoría de los casos en Quintana Roo) es mucho más valioso evitar la deforestación, que restaurar áreas cuyo futuro va a ser incierto.

La solución en un contexto regional no es reforestar sino evitar la deforestación de áreas con elevado valor biológico y ecológico cuya continuidad y permanencia se garantice a largo plazo.

Los recursos necesarios para conservar pueden constituir una contrapartida con otros fondos ya sean gubernamentales (CONAFOR o CONANP), o generados por la Sociedad Civil Organizada (Reserva Ecológica El Edén A. C.) o una combinación de ambos como la Alianza Ambiental para la Península de Yucatán (AAPY). En este caso en particular se explorará con un programa de recursos concurrentes que está promoviendo CONAFOR, donde esta pone un peso por cada peso que pone el interesado en pagar dichos servicios 10.

Entonces los ejidatarios no venderían y se haría un acuerdo de no desmonte de las parcelas pagadas al trazo del libramiento, esto evitaría el desarrollo que podría detonar, la invalidación del POET Cancún – Tulum por la entrada en vigor del POET del municipio de Tulum y el programa subregional de Desarrollo Urbano de la Región Caribe Norte. Sin instrumentos adecuados de ordenamiento, por la accesibilidad y especulación de la tierra se esperaría un crecimiento urbano en Tulum, parecido al que sufrió Playa del Carmen.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Procedimiento:

a) Programa de reforestación

Se reforestará una superficie de 70.688 Ha, superficie que está repartida en 5 polígonos por su ubicación y asociación vegetal primaria de los predios vecinos. Entonces con especies de la SMSC se reforestarán 10.643 Ha, mientras que de la SMSP se reforestarán 60.045 Ha.

Reforestación de la SMSC

Se reforestarán dos polígonos con SMSC el primero (Figura VI.28) mide 4.395 Ha. La composición para la reforestación de del polígono 1 será de 13 especies arbóreas y 5 arbustivas, con una densidad de plantación de 2,521 ind/Ha, de forma uniforme con el sistema tres bolillo, se describe el procedimiento de plantación que se seguirá para todos los polígonos.

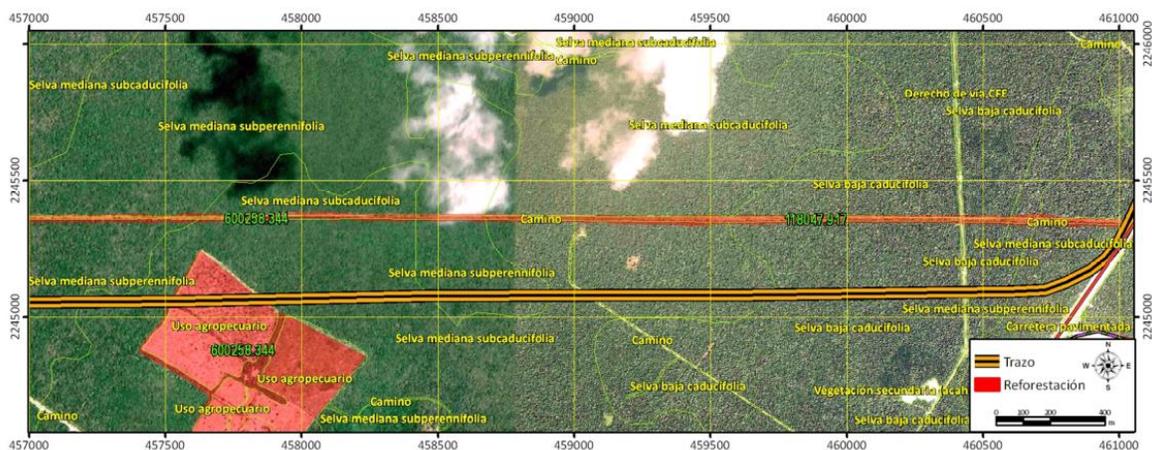


Figura 20 Polígono 1 que se reforestará con composición de SMSC Imagen de Satélite Polígono a reforesta

El segundo polígono (Figura 22) mide 6.248 ha se reforestará con 13 especies arbóreas, 12 arbustivas y 3 herbáceas; la densidad de plantación considerando únicamente arbóreas y arbustivas será de 2,521 ind/ha.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.



Figura 21 Polígono 2, se reforestará con especies de la SMSC

Existirán tres maneras de obtener los individuos con los que se reforestará.

1. Obtención de planta nativa a través de compra o donación (solo en caso de que fueran insuficientes las propagadas y recolectadas en la MM3) para ello es importante contactar a las instituciones correspondientes como, CONAFOR, CAPUFE o INAH Quintana Roo. Estas instituciones cuentan con la mayoría de las plantas aquí propuestas, o trabajan con un sistema de previa petición.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

2. Reintroducción de los juveniles rescatados en el derecho de vía (MM3), en la que se plantea la colocación de un vivero propio para la propagación de las especies rescatadas.

3. Se trabajará con el vivero que cuenta el jardín botánico de Ecosur, que propagan especies nativas, ahí se comprarán algunas de las plantas.

Reforestación de la SMSP

Se reforestarán tres polígonos con SMSP el tercero de reforestación y el primero de este tipo de vegetación mide 33.281 ha y se reforestará con 83,901 plantas, 13 serán de porte arbóreo, 12 arbustivas y 4 herbáceas. La plantación tendrá una densidad de 2,478 ind/ha, tomando en cuenta únicamente arbustivas y arbóreas.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

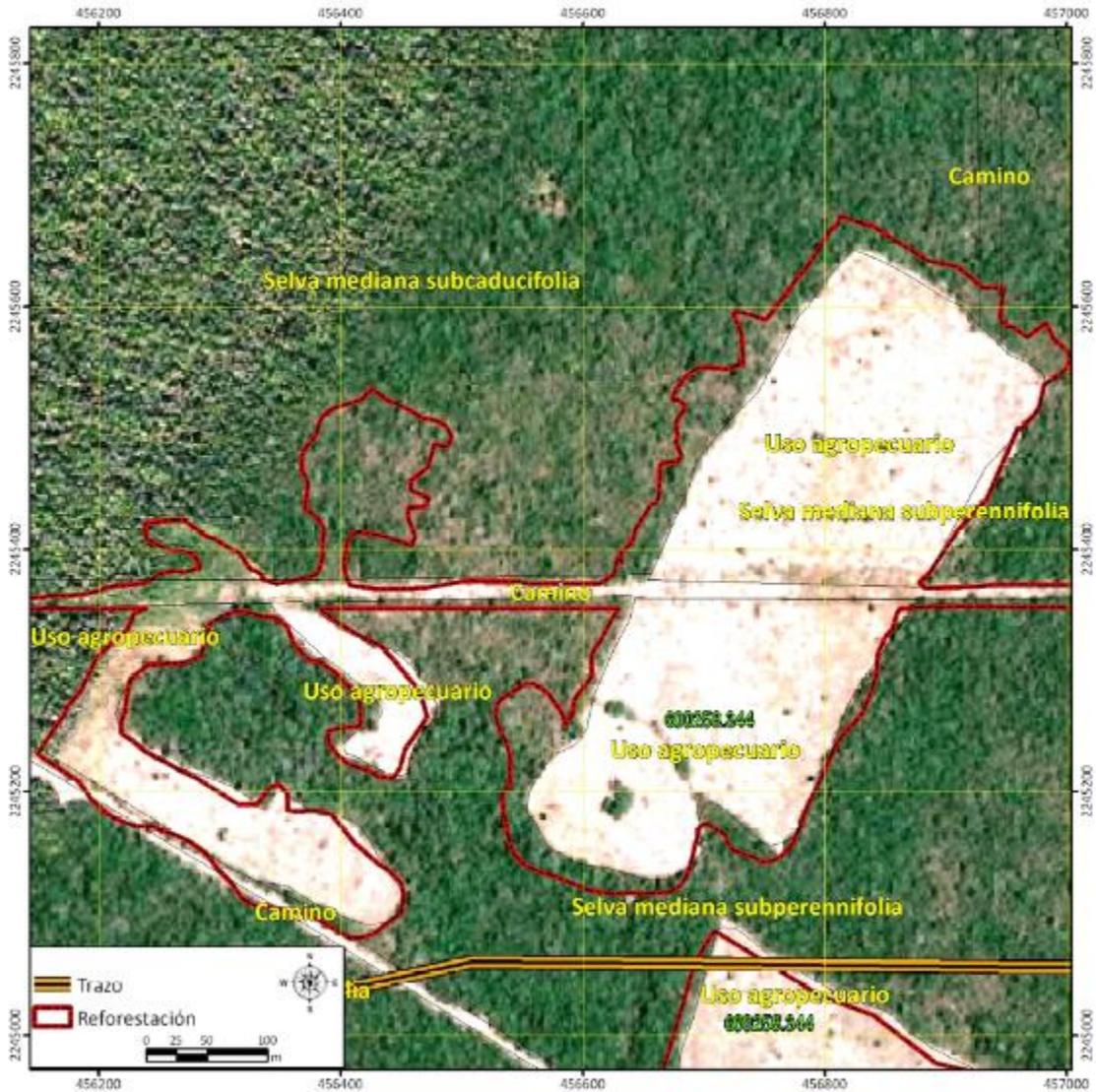


Figura 22 Tercer polígono que se reforestará con composición de SMSP

El cuarto polígono se reforestará con composición de la SMSP, tiene una superficie de 4.466 ha, con 11,258 plantas de las que 13 especies serán de porte arbóreo, 12 arbustivas y 4 herbáceas.

La densidad de plantación considerando solamente las arbóreas y arbustivas será de 2,234 ind/ha.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

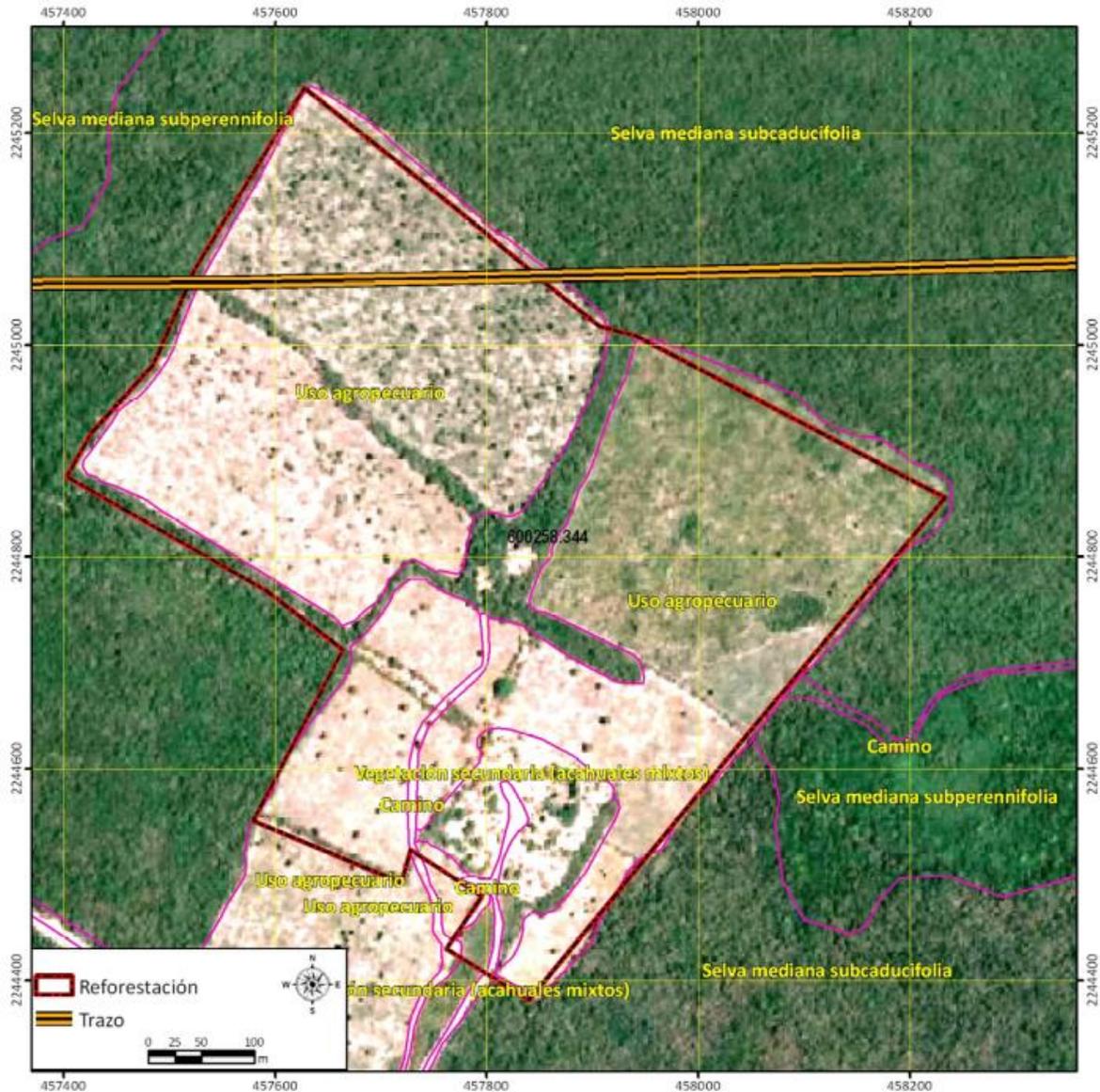


Figura 23 Polígono 4 que se reforestará con composición de la SMSP

El quinto polígono mide 22.298 ha; se reforestará con 56,213 plantas, cuya composición específica será de 13 especies arbóreas, 12 arbustivas y dos herbáceas; la densidad de plantación considerando únicamente las arbustivas y arbóreas será de 2,467 ind/ha.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

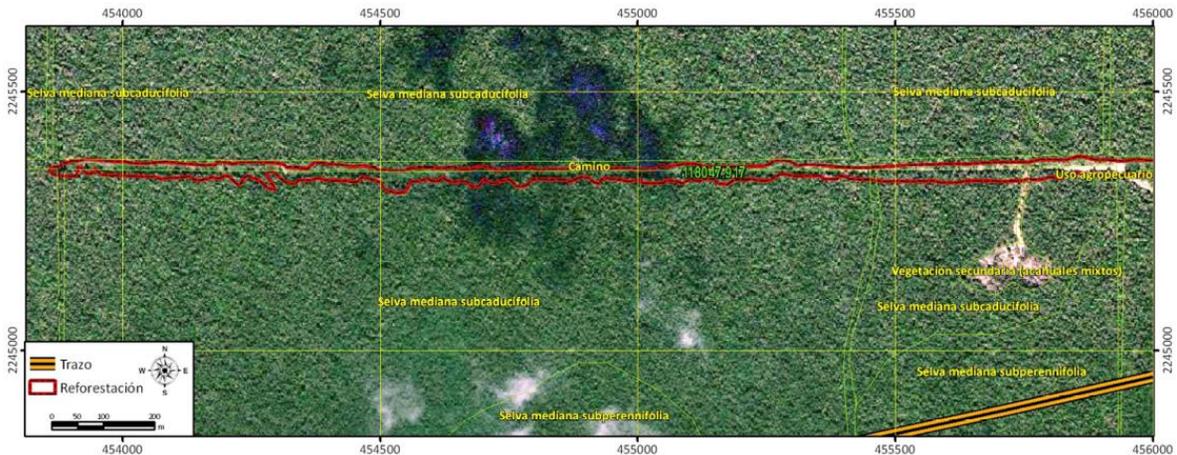


Figura 24 Polígono 5 que se reforestará con composición de la SMSP

Las especies elegidas para los trabajos de restauración y reforestación en el proyecto serán las mismas que conforman las áreas afectadas, en el caso de reforestación y en el caso de la restauración se incorporarán individuos que formen parte del ecosistema original que fue degradado para otros usos de suelo (por ejemplo agropecuario).

La densidad de las tareas de reforestación será en promedio 2,500 plantas por hectárea considerando arbustivas y arbóreas; ya que se busca re-establecer el componente arbóreo del área que se afectó. La densidad en la restauración oscilará entre 1,500 a 2,100 individuos por hectárea (por las pérdidas). Con la reforestación se busca incorporar plantas que ayuden a re-establecer la composición de especies del ecosistema en cuestión.

La reforestación y restauración se trabajará por predios, primero será la SMSC, predios 1 y 2, con un total de 10,643 ha, donde se reforestará con 26,832 plantas. Y luego en los 3 predios que conforman en total 60.045 ha la de SMSP, se reforestará con 152,395 plantas. En los casos que el proyecto definitivo contemple taludes de más de 1 m (improbable), se establecerán plantas que ayuden a retener el suelo, como es el caso del maguey morado (*Rhoe discolor*) y/o el Tsa'albay (*Bromelia pinguin*) plantas que crecen en la selva y que son de fácil propagación.

La distancia entre plantas, variará según la forma de vida. En herbáceas o suculentas será de 20 cm a 1 m entre plantas, en arbustos será de 1 a 3 metros, y en árboles y palmas, será de 5 a 10 m.

Las distancias variarán entre plantas según la forma del área para los trabajos de reforestación o restauración.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Este detalle es clave porque si bien es cierto que este dependerá directamente del tipo de especie que se haya seleccionado, se llevará a cabo un intercalado entre especies arbóreas y arbustivas.

Para que al tiempo de máximo desarrollo de las especies arbóreas, su copa no interfiera con la de la siguiente planta; se tendrá entonces, un espaciamiento de por lo menos 5 m entre arbóreas, máximo 10 en algunos de los casos. En las especies arbustivas, se utilizará un distanciamiento de 2 a 2.5 m, máximo 3 metros (Figura 26).

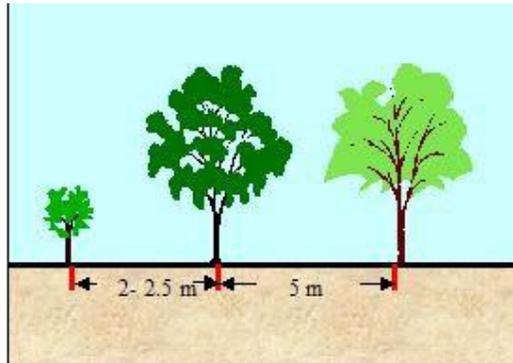


Figura 25 Espacio mínimo que debe haber entre árboles y arbustos

Efectuar separaciones menores a las propuestas no son recomendables, debido a que en el área se espera que por efecto de las labores de riego o de lluvia, se dé un incremento en la repoblación por efectos de la reproducción natural de las especies existentes, lo cual supone una fuerte competencia por espacio, luz y agua. Lo anterior significa que las especies que germinen espontáneamente en la zona, pueden contribuir a que las labores de reforestación sean más efectivas.

En cuanto a la plantación en sí, se requieren tres actividades principales: la preparación del terreno, la plantación y el mantenimiento. La preparación del terreno comprende las actividades previas al establecimiento definitivo de las plantas en campo. Una de estas actividades es la limpieza, que consiste en quitar las hierbas del lugar de plantación manual o mecánicamente. La siguiente actividad es la marcación de los puntos en que se establecerán las plantas. La última actividad dentro de la preparación del terreno es cavadura de la cepa o pocetas. Las medidas de la poceta serán dos veces el ancho y el alto del envase de la planta. Se separará la tierra de los 15 cm superficiales de la cepa, ya que es la porción más fértil.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Antes de plantar, se incorporarán micorrizas en el fondo de la poceta que garanticen una buena sobrevivencia de las plantas. Al establecer la planta en la poceta y cubrirlo con tierra, se debe presionar con las manos alrededor del tronco de la planta, esto con la finalidad de que no se generen espacios de aire en la raíz. La raíz debe entrar a la poceta sin malformaciones, es decir, sin curvaturas en forma de “J” y con la raíz principal sin dañarse.

Antes de poner el cepellón con la planta en la poceta, se aplicarán 50 gramos de micorrizas. La tierra de los 15 cm superficiales de la poceta se pondrá primero al momento de cubrir el cepellón de la planta. La tierra con la que se cubra la planta debe llegar hasta el cuello de la raíz de la planta para evitar problemas por pudrición del tallo. Se debe apretar la tierra vertida a la poceta, para evitar espacios de aire, ya que estos promueven la pudrición de la raíz. La plantación se hará preferentemente desde el inicio hasta la mitad del periodo de lluvias. Las plantas tendrán un mantenimiento constante de deshierbe y podas durante mínimo tres años después de ser establecidas para garantizar un porcentaje alto de sobrevivencia (80% mínimo), hasta 6 años, si es que fueron sembradas en el primer año. El mantenimiento consistirá en riegos auxiliares en tiempo de estiaje y lluvias. El riego también se dará en periodo de lluvias, ya que estos períodos no son regulares en la zona. Por ejemplo, en una plantación en Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, con 6 especies de las selvas locales, producidas en bolsa, después de tres años, se ha logrado un 60% de sobrevivencia, teniendo sólo como mantenimiento el deshierbe. Uno de los factores que ha influido en este porcentaje de sobrevivencia, es la irregularidad del periodo de lluvias. En 2009 la temporada de lluvias en Quintana Roo inició en diciembre, y regularmente, las lluvias inician en julio de cada año.

Otra tarea primordial del mantenimiento de la plantación es el deshierbe, ya que con esta actividad se elimina la competencia de otras plantas con las plantadas, como es el caso de las trepadoras o bejucos que suprimen a las plantas en el acceso a la luz. El deshierbe será alternado con los riegos auxiliares. Por otra parte, se considerarán las características de la madera de las especies de la región, ya que las especies de madera dura presentan un lento crecimiento, mientras que aquellas de madera suave tienen un ritmo de crecimiento un poco más acelerado. Por esta razón es conveniente, que la plantación se lleve a cabo de manera intercalada y combinando los distintos tipos de plantas maderables, tal como se mencionó anteriormente.

La talla que puede alcanzar las especies plantadas deberá considerarse también como un factor importante, ya que existen especies que alcanzan tamaños muy grandes en corto tiempo, por lo que se deberá considerar este aspecto al momento de efectuar la combinación de especies para su plantación. Una buena selección de especies permitirá

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

cubrir mejor el espacio, proteger más eficientemente el suelo y aumentar su biomasa y dar señales de éxito en la reforestación. Una acción forzosa para verificar el avance y los resultados de la reforestación, es la de llevar a cabo el seguimiento del crecimiento de las especies plantadas, así, si se observa que algunas de las especies plantadas o germinadas espontáneamente esta causando interferencia con el crecimiento de la otra, se podrá controlar por medio de la poda de sus ramas. De alguna manera esta actividad va conjunta con el deshierbe mencionado más arriba.

Método de plantación

El método de plantación está en relación directa con el tamaño de la superficie que se deba reforestar. Se considera que en los polígonos planteados, el mejor método es el denominado tresbolillo. Este consiste en sembrar las plantas colocándolas en disposición triangular y a la misma distancia una de otras. En este aspecto, se tomará en consideración las distancias entre plantas e hileras que se han mencionado con anterioridad. Con la aplicación de este sistema y considerando que en la plantación se contará con individuos arbustivos y arbóreos, se aplicará la siembra en tresbolillo intercalando un individuo arbustivo entre 4 arbóreos, como se detalla en la Figura 27.

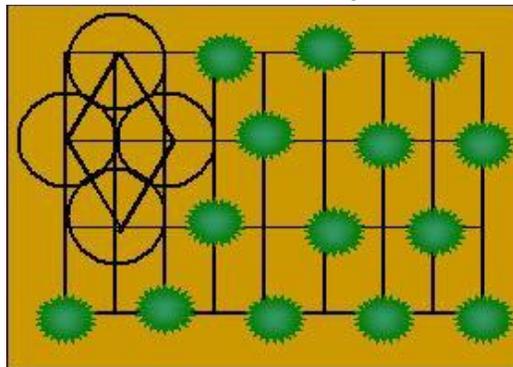


Figura 26 Método de plantación propuesto

Como se observa en la Figura 28 se propone que las hileras de los individuos arbustivos crucen al centro del espacio que se establecerá entre las plantas de crecimiento arbóreo, de tal manera que cada especie quede flanqueada por 4 distintas, representando un cuadrado de 10 m x 10 m, forma en la cual se replicará en el terreno, de acuerdo a la cantidad de hectáreas.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

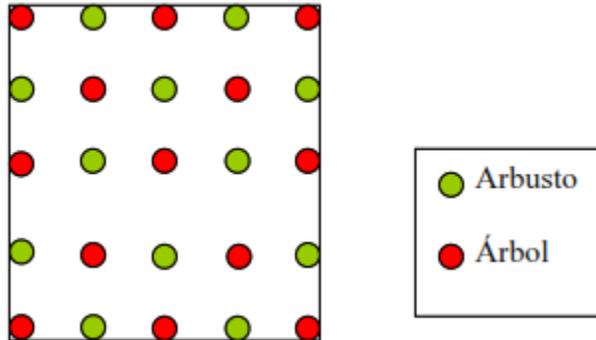


Figura 27 Esquema de acomodo y distribución de las especies con las que se reforestará la SMSC y SMSP

Como quiera que sea, de acuerdo a las especies, algunos arbustos se sembrarán a 1 m, es decir que entre árboles, habrá 2 arbustos. En una segunda etapa, se colocarán las herbáceas y suculentas, y como valor agregado se espera que una vez que los árboles tengan una altura adecuada, se incorporarán epifitas rescatadas en el MM3; que temporalmente estarán en resguardo en el Jardín botánico de Ecosur.

b) Pago por servicios ambientales

Aunado al programa de reforestación y para evitar el cambio de uso de suelo de los alrededores se entrará a un programa de pago de servicios ambientales con CONAFOR; por fondos concurrentes. Los lineamientos de fondos concurrentes manejan tres esquemas de cómo transferir los recursos a los propietarios o poseedores de los terrenos forestales de interés:

- 1) La contraparte (en este caso SCT) deposita su aportación una vez firmado el convenio con CONAFOR, en el Fondo Forestal Mexicano.
- 2) Pago directo a los propietarios o poseedores, una vez que tengan el comprobante de este la CONAFOR paga su parte también directo al propietario.
- 3) La CONAFOR puede depositar su aportación a un fideicomiso local privado de la contraparte, y ésta encargarse de dispersar los pagos con los propietarios.

Se elegirá el número 1, se firmará un convenio con CONAFOR para depositar 13,200,000 en el fondo forestal mexicano, para beneficiar a 660 ha que se ubiquen aledañas al derecho de vía de la carretera. La propuesta sería que anualmente se les pagará 4,000 por la

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

conservación de sus tierras durante 10 años; donde CONAFOR pondría el 50% y la SCT el otro 50%.

Una vez firmado el convenio la SCT y CONAFOR, se firman convenios de adhesión con los propietarios que entran en el esquema de PSA, y ahí se establecen los compromisos, en dicho convenio el propietario se compromete a proteger y conservar su predio y/o en según se convenga a mejorar las condiciones actuales del predio.

Es importante recalcar que esta propuesta se realizará hasta que se tenga el proyecto definitivo, se presentará a CONAFOR una vez se tenga la convocatoria del año 2011 de pago de servicios ambientales por recursos concurrentes; se justificará a CONAFOR la importancia para la conservación de las 660 ha y CONAFOR evaluará si entra apoyar dicha área; en caso de que la respuesta sea negativa, la SCT pagará por medio de un fideicomiso entre 2,000 y 3,000 la hectárea a los ejidatarios interesados, siempre buscando que esté lo más cerca posible al libramiento, y la primera opción será para los terrenos aledaños.

Indicadores de cumplimiento: Para la consecución del establecimiento exitoso de los ejemplares plantados se realizará un programa de monitoreo y reposición de ejemplares muertos en caso de rebasar el umbral esperado de una sobrevivencia menor al 80% de ejemplares plantados.

El Monitoreo se llevará a cabo durante 6 años si las plantaciones ocurren durante el primer año, y hasta 7 años si ocurren en el segundo de acuerdo con la disponibilidad de planta. Consistirá en una revisión semanal de las plantas durante los tres primeros meses, para verificar su estado y que se esté aplicando suficiente riego, a la vez que se verificará si el deshierbe está siendo aplicado con la regularidad necesaria. Después de esta revisión, el monitoreo será mensual durante el resto del primer año y bimestralmente hasta el 6 o o 7 años.

De todas las actividades se llevará bitácora, se tomarán fotografías y se realizarán informes bimestrales, para la integración al informe Semestral a la DGIRA de las actividades previas a la reforestación y del cumplimiento de este programa, hasta el 6to año, con copia a la representación estatal de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo. El encargado de llevar los monitoreos y realizar los informes a la SCT será el Ingeniero forestal coordinador.

Tabla 19 Indicadores de cumplimiento de MM6

Indicador	Umbral esperado	Medida de no cumplir el umbral
25. Superficie reforestada total en los polígonos	70 Ha.	Reforestar áreas aledañas con pi o acahual hasta cumplir con la superficie umbral.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

26. Número de individuos arboreos y arbustivos plantados.	173,750 Árboles o arbustos juveniles.	Comprar o propagar más árboles hasta llegar a la cantidad umbral.
27. Número de individuos sobrevivientes.	80% o más.	Sustitución de individuos muertos hasta mantener como 139,000 árboles y/o arbustos sobrevivientes.
28. Fisonomía de los polígonos remediados a los 8 años.	De SMSC o SMSP joven, con crecimiento de gramíneas en sotobosque y sobrevivencia de más del 80%.	Volver a reforestar con las especies indicadas hasta llegar a una distancia promedio de individuos de entre 5 y 10 m.
29. Pago entregado a CONAFOR para el pago de servicios ambientales bajo el convenio de recursos concurrentes.	Comprobante de pago por 13,200,000.00.	Se hará un fideicomiso para el pago de esa cantidad por servicios ambientales a mínimo 600 ha cercanas al libramiento.

Integración y análisis de precios unitarios:

De mitigación; pero cuando se concurse la obra y sus MM, es cuando se tendrán los montos exactos, ya que depende de la empresa ejecutora que gane el concurso.

Se aclara que los precios están inflados, para fines de afianzamiento, es probable que por la competencia dentro de las licitaciones, los conceptos sean menos onerosos, para el licitante que resulte ganador, que lo cotizado en estos programas.

Tabla 20 Precios unitarios para llevar a cabo MM6

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unit	Total
Biól. con experiencia en taxonomía	Honorarios/mes	6	\$15,400.00	\$92,400.00
2 Ing. forestales auxiliares	Honorarios/mes	84	\$15,400.00	\$1,293,600.00
20 Trabajadores/campo	Honorarios/mes	84 x 2	\$7,700.00	\$1,293,600.00
4 trabajadores/vivero, propagación	Jornales/mes	3 x 20	\$2,640.00	\$158,400.00
Ing. forestal (Coordinador)	Jornales/mes	6 x 4	\$3,300.00	\$79,200.00
4 Choferes	Jornales/mes	6 x 4	\$6,600.00	\$158,400.00
Gastos de 2 Vehículos Pick Up / Transporte trabajadores	Gastos vehículo/mes	3	\$9,900.00	\$29,700.00
Viajes a campo, viáticos de 3 Ingenieros forestales	Mes	84 x 3	\$2,860.00	\$720,720.00
Viajes a campo, viáticos de 1 Biólogo con experiencia en taxonomía vegetal	Mes	6	\$3,960.00	\$23,760.00
Viajes a campo, viáticos de trabajadores (x 20)	Mes	48 x 20	\$1,320.00	\$1,267,200.00
Gastos de combustible de pipa para trasporte de agua de riego	Días. Estimado de 224 en 7 años.	224	\$440.00	\$98,560.00
Gastos de 2 vehículos de carga para el transporte de plantas	Mes	3	\$25,300.00	\$75,900.00
Cubetas de plástico para el riego	Pieza	20	\$30.80	\$616.00
Navegador Garmin (GPS) Modelo eTrex Legend	Pieza	2	\$2,933.70	\$5,867.40
Cámara fotográfica digital 8 megapixeles	Pieza	2	\$2,750.00	\$5,500.00
Palas de piqueta	Pieza	10	\$88.00	\$880.00
Cavahoyos	Pieza	15	\$165.00	\$2,475.00
Picos	Pieza	5	\$121.00	\$605.00

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Barras metálicas	Pieza	5	\$165.00	\$825.00
Carretillas	Pieza	4	\$660.00	\$2,640.00
Cartografía	Varios	Global	\$660.00	\$600.00
Tijeras de mano para podar para cotar esquejes	Pieza	1	\$121.00	\$121.00
Tijera de podar con garrocha extensible para la colecta de esquejes de enredaderas	Pieza	1	\$286.00	\$286.00
Guantes de carnaza	Par	10	\$27.50	\$275.00
Bolsas negras para vivero de 30 X 40 cm, calibre 500	Kg (con 33 bolsas)	243	\$41.80	\$10,157.40
Bolsas negras para vivero de 20 X 30 cm, calibre 500	Kg (con 60 bolsas)	390	\$41.80	\$16,302.00
Charolas de germinación para trasplante de plántulas	Pieza	100	\$27.50	\$2,750.00
Musgo canadiense (<i>Peat Moss</i>), Sunshine Mezcla 3 Saco 3.8 pies cúbicos (180 L expandido) aprox. Para 30 charolas para germinación de 200 cavidades	Saco	3	\$341.00	\$1,023.00
Donativo al Jardín botánico de Ecosur por uso y apoyo de su vivero y donativo a Conafor por aporte de planta		1	1	\$2,800,000.00
				\$8,142,362.80

VI.10 Impactos Residuales del SAR

Las medidas de mitigación que se exponen en la sección anterior se enfocan en la reducción, compensación y rehabilitación de los sitios o factores ambientales afectados por tres impactos adversos considerados como significativos o relevantes (Tabla V.14, Capítulo V).

Se evaluó el grado en que las medidas de mitigación logran reducir cada impacto ambiental adverso. La evaluación se realizó de manera cualitativa, el valor en porcentaje se obtuvo por el promedio de los valores asignados por parte de los especialistas participantes en el estudio, después de haber discutido la extensión, magnitud, duración y contexto de los impactos así como el alcance de cada medida de mitigación por separado. En cada ocasión, se tomó un valor bajo para la eficacia de cada medida, con el fin de evitar sobreestimar la eficacia conjunta. Cada medida se examinó y se considera factible desde el punto de vista técnico.

De los cuatro impactos adversos significativos identificados en el Capítulo V, 2 pasaron a bajos lo que los clasifica como no significativos; 1 paso de la categoría de muy alto a moderado y el otro impacto de Alto a moderado; estos dos impactos siguen siendo significativos adversos; el más alto de ellos con una significancia de 0.487 se debe a la afectación a la fauna durante la preparación de sitio, construcción del cuerpo del terraplén y operación del trazo en general.

Los dos impactos benéficos no fueron mitigados, por lo que pasan con la misma significancia como impactos residuales del SAR con proyectos y medidas de mitigación.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 21 Impactos residuales adversos del proyecto

Impacto	Sin MM	Categoría sin MM	MM aplicables	% en que la MM logra reducir	Con MM	Categoría del impacto residual
Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos	0.569	Moderado	MM1 MM4 y MM6	40%	0.341	Bajo
Impacto 3. Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén	0.454	Moderado	MM4 y MM6	40%	0.273	Bajo
Impacto 4 Pérdida de 39.606 ha de vegetación forestal durante el desmonte, incluye la afectación de 7 especies incluidas en la NOM-059SEMARNAT-2001	0.748	Alto	MM3 y MM6	40%	0.449	Moderado
Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre	1.217	Muy alto	MM2, MM5 y MM6	60%	0.487	Moderado
Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos	0.814	Muy alto	MM1, MM4 y MM6	60%	0.326	Bajo

Una vez aplicadas las medidas de mitigación, el resultado son 5 impactos adversos residuales del proyecto 3 en la categoría de bajos estos son impactos no significativos según el método multicriterio aplicado y dos impactos moderados considerados significativos. 11 Además se tienen 2 impactos residuales benéficos en la categoría de alto y muy alto respectivamente.

A continuación se describen los impactos residuales del SAR con proyecto y MM.

Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos

Las nivelaciones en el caso del Libramiento a Tulum, será un relleno de por lo menos 1 m de alto sobre el terreno natural. Ese material será compactado, al 80% de su volumetría, por lo que en 55.59 ha se dejará de infiltrar el agua a partir de las nivelaciones. Durante máximo seis meses el agua caerá sobre las bases, remojará el material y se evaporará en su gran mayoría.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

La superficie que quedará impermeabilizada durante ese periodo corresponde al 0.08% del SAR, en esa superficie se dejará de infiltrar en seis meses 3,677.95 m de agua. Según el modelo de infiltración, si en el SAR se infiltra 5.8 mm³, se dejaría de infiltrar en 55.59 ha durante máximo 6 meses (hasta la colocación de pavimento, cunetas y lavaderos) el 0.0013% de lo que se infiltra en el SAR en ese periodo de tiempo. Esta parte del impacto no fue mitigada in situ, no obstante por la aplicación de la MM6, se reforestarán 70.68 ha que corresponde al 0.14% del SAR; en 8 años en dicha área se reducirá a menos de la mitad la evaporación, por lo que se incrementará la infiltración en aproximadamente 12,872.82 m³ al año, considerando que se reduce la evaporación al 50% del que se tiene actualmente, por lo que en el tiempo el impacto del agua que se deje de infiltrar en el SAR queda anulado por la aplicación de la MM6.

Otra modificación que se da en este rubro, es la perdida de infiltración en el área entre línea de ceros por la construcción del cuerpo del terraplén, esta pérdida empieza desde el desmonte, después durante las nivelaciones y es absoluta con la construcción de la carpeta asfáltica. Una vez que se dé el tendido de subrasante, bases y carpeta asfáltica, quedará una superficie impermeable de 65.4 ha, el agua que caiga en dicho sitio se evaporará cerca de un 30%, el resto escurrirá y tenderá a infiltrarse en los terrenos vecinos, esto es más dinámico una vez construidas las cunetas, contracunetas y lavaderos. La pérdida de agua por evaporación se compensará también por la reducción de la evaporación en 70.68 ha por la reforestación.

El agua que dejará de infiltrarse debido al cuerpo del terraplén y el resto de las actividades tendientes a formarlos es de 7,355.9 m en un año. El volumen citado de agua, se dejará de infiltrar en el área que ocupe el cuerpo del terraplén, pero el agua que llueva sobre este será llevada a las cunetas para su infiltración, por lo que la pérdida real en el volumen de infiltración en el SAR debido a la construcción del cuerpo del terraplén, se espera sea de aproximadamente el 19% de los 7,355.9 m citados, por efecto de la evaporación lo que se traduce en un volumen real de pérdida de 1,397.62 m³ volumen que corresponde al 0.000024% de lo que se infiltra en el SAR. Por las obras de reforestación se espera se infiltren 12,872.82 m³ al año que actualmente se evaporan, esto es pasados 8 años de iniciadas las obras. Por otro lado existe un riesgo que el aceite que llegue a derramarse sobre carpeta asfáltica, así como algún hidrocarburo (debido a fugas en los vehículos de los usuarios) terminen en el acuífero, sobre todo en las partes en que se cruza el relieve cársico denudatorio.

Como se mencionó en el Capítulo IV la capacidad del relieve denudatorio para absorber contaminantes es muy baja, porque el basamento es muy poroso y por su origen coralino, no presenta iones cargados, ni texturas finas de sus suelos como para tener un efecto de

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

absorción y desnaturalización de contaminantes. Los tramos en que existiría un riesgo de contaminación al acuífero por derrame accidental de aceite o hidrocarburos son aquellos que corren en las zonas más permeables del relieve cársico denudatorio, esto es los km 15+960 al 16+980 y del 19+600 al 21+440 del libramiento de Tulum. Este riesgo se reduce sensiblemente por la aplicación de las MM1 y MM4 donde se compromete a tener fosas de absorción en las áreas de desagüe de las cunetas con una composición del suelo de despalme y un polímero de absorción de aceites e hidrocarburos hidrofóbico y lipofílico (tipo ABTOTAL ABSORB) que se espera retenga cualquier derrame accidental de aceites o hidrocarburos, así como los goteos que suelen dejar los automotores con mal mantenimiento en toda carretera. Este polímero solo se pondrá en las zonas de desagüe de las cunetas que son más permeables, según se señaló en las MM1 y MM4; en el resto de los tramos, existe una acumulación de arcilla terra rossa, que es efectiva en la retención de contaminantes y tiene una fauna edáfica asociada que descompone los hidrocarburos, porque tiene la capacidad de romper los enlaces, dejando a estos contaminantes inocuos; además los metales pesados por sus valencias de 3 positivos, se unen covalentemente a las arcillas cargadas negativamente, comunes en el relieve acumulativo, por lo que el riesgo de que lleguen al acuífero es mínimo.

Este impacto quedó con una significancia final de 0.341 que lo clasifica como bajo, esto es No significativo o no relevante. Queda aún un impacto residual, por el riesgo que siempre existe en la aplicación de cualquier medida en el no cumplimiento de los umbrales de los indicadores. Además de que la MM6 será efectiva hasta que hayan pasado 8 años después de la primera fase del programa de reforestación.

Impacto 3. Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén.

La pérdida de 155,652 m debido al despalme se compensará mediante el uso de ese material en las obras de reforestación (MM6) de los tramos en desuso y en el programa de reforestación, por lo que el suelo no se perderá sino que utilizará dentro del SAR y quedará finalmente cubierto con reforestación que en 15 años tendrá fisonomía de selva primaria; la ventaja de utilizar el material de despalme en el mismo SAR, es que contiene un banco semillero sano, del mismo ecosistema cuya composición se pretende igualar con las obras de reforestación, el utilizar dicho material asegura las sucesiones para que en poco tiempo se llegue a tener la composición de la selva primaria vecina.

Existe riesgo de pérdida de una parte de suelo durante su manejo y por el tiempo que pasará el suelo acamellonado junto al vivero rústico sin utilizarse.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Parte del material de despalme, servirá también para el llenado de las zanjas de absorción donde desagüen las cunetas de los tramos señalados en las MM1 y MM4

Por otro lado, la MM4 evitará la mala disposición del material producto de despalme y de las nivelaciones.

Con dicha medida el riesgo a un desperdicio en cuerpos de agua o en la selva se reduce sensiblemente.

Al ser un terreno plano no existe riesgo de movimiento de suelo. Quedó un impacto residual de 0.273 considerado bajo y por tanto no significativo.

Impacto 4. Pérdida de 39.606 ha de vegetación forestal durante el desmonte, incluye la afectación de 7 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Este impacto será compensado mediante la aplicación del programa de reforestación que plantea la reforestación de 70.688 ha, superficie que está repartida en 5 polígonos por su ubicación y asociación vegetal primaria de los predios vecinos.

Entonces con especies de la SMSC se reforestarán 10.643 ha, mientras que de la SMSP se reforestarán 60.045 ha, dentro del SAR repartidos en 5 polígonos que en su tiempo fueron desmontados con apoyos gubernamentales para dedicarlos a fines agropecuarios, pero los ejidatarios pudieron constatar que en la región esas actividades no son redituables debido a lo delgado y la rápida pérdida en la fertilidad de los suelos; otra de las áreas corresponde a un desmonte que se hizo como brecha cortafuego que es paralela al libramiento a una distancia promedio de 200 m. Una vez abierto el libramiento este también fungirá como brecha corta fuego.

Entonces por el desmonte se calculó una pérdida de 177,059 individuos que incluyen arbóreos, arbustivos y epífitas; de los que se rescatarán todas las epífitas que se incluyen en el rescate de 30,000 individuos rescatados mediante planta completa, esquejes y/o semillas (MM3).

Además del rescate de ramas e individuos completos pertenecientes a 8 especies, por cada individuo que se va retirar se obtendrá en promedio 9 ramas y partes del tronco para utilizarlos para el cerco vivo. El programa de reforestación compensará la pérdida de 39.61 ha de vegetación forestal con la reforestación de 70.69 ha que utilizará 173,750 individuos

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

de los que se espera por lo menos una sobrevivencia del 50%, más las plantas que nazcan solas a partir del banco semillero del material de despalme.

Entonces por sí misma la compensación será mayor al área perdida por el desmonte. Por otro lado se aportará recursos para incorporar al sistema de pago de servicios ambientales de 600 ha dentro del SAR para evitar su cambio de uso de suelo, favorecido por la especulación de tierras por el desarrollo urbano y turístico de la región.

Este impacto quedó con una significancia de 0.449 en la categoría de moderado, se debe a que a pesar de compensar con más del doble de la zona desmontada, el área que se perderá presenta buenas condiciones de conservación y la mayor parte son selvas con composición primaria; para que la zona reforestada presente dicha fisonomía y composición deberá pasar por lo menos 15 años y para que tenga funciones sistémicas parecidas, 8 años; por ello se manejó una mitigación solo del 40%, quedando el impacto como residual adverso significativo en la categoría de moderado.

Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre.

Este impacto pasó de la categoría de muy alto a moderado, con una significancia de 0.487, el más alto de los residuales, y sigue siendo significativo.

Su reducción se debe por un lado a la aplicación de la MM2 que se refiere al ahuyentamiento y reubicación de la fauna que pudiera encontrarse en el derecho de vía y que por tanto vería afectado su hábitat.

Aunque la fauna sea removida y ahuyentada en su totalidad debido a la aplicación de la MM2, las poblaciones de las zonas aledañas donde se muevan los animales desplazados, competirán por espacio y comida, lo que ocasionará una modificación en las poblaciones establecidas, hasta llegar a un nuevo equilibrio.

La MM4 plantea la colocación de un cerco vivo entre la línea entre cerros y el resto del derecho de vía, esto reducirá el efecto del ruido y luces hacia adentro de la selva, lo que mitiga en gran medida el efecto borde; además que coadyuvará al cruce de las especies arbóreas de un lado al otro del trazo, lo que se potencializará con la construcción de 27 pasos para especies arbóreas especificado en la MM5.

Utilizando los árboles del cerco vivo como postes se colocará una malla que orientará a los animales medianos y grandes a utilizar las losas de 3 x 3 y puentes para cruzar de un lado

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

a otro del trazo, con lo que se reducirá el efecto barrera; no obstante, se espera que en los primeros 2 años haya atropellamientos y aislamiento parcial de poblaciones; ya que es ese el tiempo en que los animales establecen nuevas rutas de movimiento.

La MM5 también plantea la construcción de losas de 1 x 0.5 m para el cruce de herpetofauna y mamíferos pequeños, lo que reducirá el efecto barrera para estos animales, que normalmente se mueven en las épocas en que su hábitat se inunda, por lo que el movimiento del agua, orientará su movimiento hacia las selvas no inundables en época de lluvia; el uso de estos pasos se potencializará con la construcción de una barrera de “J invertida” hecha de cemento, lo que evitará que estas especies crucen por la carpeta asfáltica o salgan a solearse.

Finalmente la MM6, creará en 15 años 70.69 ha de hábitat de calidad para especies sensibles a la perturbación; área que actualmente es ocupada por especies generalistas que normalmente presionan a las poblaciones de especies especialistas vecinas; desgraciadamente tendrá que pasar entre 8 y 15 años en que la reforestación planteada en la MM6 empiece a producir fruto y tenga la cobertura adecuada para funcionar como hábitat de calidad.

Las especies de hábitos especialistas tendrán entonces mayor disponibilidad de hábitat dentro del SAR por lo que podrán crecer sus poblaciones sobre las de hábitos generalistas y/o nocivas que actualmente habitan la región que se pretende reforestar.

Este impacto al igual que el anterior sigue siendo significativo a pesar de las adecuadas medidas de mitigación planteadas, y se debe al tiempo que pasará en que los animales establezcan sus rutas de movimiento a través de los pasos de fauna; en que el cerco vivo tenga la cobertura suficiente para reducir el efecto borde; el tiempo en que el área reforestada este madura y pueda fungir como hábitat de calidad. Por todo ese tiempo es que queda un impacto residual moderado significativo de cualidad adverso, que no puede ser mitigado en su totalidad.

Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos.

Como se explicó en el Capítulo V, la afectación al paisaje se da en 2 sentidos, el primero es visual ya que desde el desmonte, pasando por nivelaciones y terminando con el resto de las obras de construcción, se creará una línea de ruptura del paisaje a lo largo de las

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

geoformas y usos de suelo por los que cruza, esta línea de ruptura será permanente y visible desde fotos aéreas y satelitales.

No así sobre otros sitios de la región debido a que el terreno es relativamente plano y la visibilidad donde hay selva bastante corta (30 m).

Esta afectación no será reducida, sino que se compensará debido a la aplicación de la MM6; entonces se tendrá una línea de ruptura en un área de 56.6 ha (área entre ceros con entronques) y se compensará por la reforestación de 70.69 ha en un sitio que actualmente corresponde a una línea de ruptura más 4 predios que fueron desmontados hace más de 15 años y no se pueden recuperar por sí mismos.

La segunda afectación al paisaje se debe a la disposición del material de desperdicio, lo primero serán el producto de desmonte que se calculó en 550.73 m, seguido por el material de despilme que se calculó en 155,652 m³. No habrá material de desperdicio durante las nivelaciones porque solo se subirá el nivel del terraplén por encima de la subrasante en 1.5 m aproximadamente. Esta afectación se prevendrá con la aplicación de la MM4 que orienta el material de desperdicio; el material de despilme se aplicará en la MM6 como sustrato de las obras de reforestación y otra parte junto con el polímero de adsorción de hidrocarburos en las zonas de desagüe de las cunetas.

En la MM4 se establece los sitios donde se ubicará el material antes de su utilización, por lo que se evitarán pérdidas y malas disposiciones, así como sus afectaciones asociadas. Los derrames accidentales durante la construcción y/u operación del trazo, se evitará que lleguen al manto acuífero con aplicación de las MM1 y MM4, ya que se utilizará un polímero hidrofóbico e lipofílico capas de retener en su estructura los hidrocarburos y aceites, haciéndolos inertes. Este impacto quedó con una significancia de 0.326 en la categoría de bajo, esto es no relevante o no significativo.

De los impactos residuales significativos benéficos, siguen en la misma categoría, uno alto, y otro muy alto, debido a la propia naturaleza del proyecto:

Impacto 7. Mejora en la economía local del municipio de Tulum por la operación del trazo Este impacto benéfico tiene una significancia de 0.775 y se consideró alto. La economía local se verá beneficiada por el proyecto al contar con vías más ágiles para el desarrollo de actividades turísticas y repartirá el tránsito que se prevé se incremente de 5,610 a 15,000 vehículos, entre el libramiento y la ruta actual. El libramiento podría potencializar actividades económicas en torno al trazo, principalmente servicios a transportistas. De aplicarse el OET Cancún – Tulum, el desarrollo habitacional sería moderado ya que sólo se permite una

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

vivienda por hectárea, aunque si se beneficiará sensiblemente la zona por el ecoturismo, por la gran cantidad de cenotes y cavernas que hay en el área.

El impacto económico del trazo es local por el ecoturismo y regional porque podrá ser usado por quienes transiten sobre el eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa, así como con la frontera Sur.

El beneficio de la población local al liberarse la vía actual se trata en la siguiente interacción, ya que el impacto será sobre el tránsito en la zona urbana y turística de Tulum.

Impacto 8. Agilización del transporte a través del eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa; conexión con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso y con la frontera Sur, a través de la redistribución del tránsito local, turístico y foráneo

El segundo impacto benéfico significativo quedó en la categoría de muy alto con una significancia de 1.160. La operación del trazo reducirá el tránsito de vehículos de transporte pesado en el interior de la Ciudad de Tulum, así como de los que no tengan como destino final dicha localidad, lo que favorecerá el desplazamiento del turismo en la zona urbana de Tulum.

Se estima un incremento en el TDPA de 5,610 a 15,000 vehículos, que se distribuirán entre el libramiento y la vía actual, esto debido a que se prevé el crecimiento poblacional, motivado por el desarrollo urbano y turístico municipal, y la entrada en operación del aeropuerto de la Riviera Maya. Por otro lado, también los usuarios que se muevan a través de la carretera 307 transportando personas y mercancías, entre las ciudades localizadas sobre el eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa y que conecta con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso, así como con la frontera Sur, podrán utilizar esta vía sin necesidad de cruzar la zona urbana de Tulum, lo que reducirá los tiempos de traslado en 30%.

VI.11 Montos para llevar a cabo las medidas de mitigación para fines de afianzamiento y licitación de obras

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

En la Tabla 22, se presentan los totales estimados para llevar a cabo las 6 medidas de mitigación propuestas; en la descripción de cada medida, se desglosa en el apartado de “montos” cada actividad, insumo y personal para llevarla a cabo, en esta tabla, solo se presentan los totales, con el fin de no ser repetitivos y tener un escenario general de cuánto costará la mitigación ambiental de toda la obra.

Tabla 22 Montos estimados totales por cada una de las medidas de mitigación

Medida de mitigación	Monto total de cada medida
MM1. Lineamientos para el trazado y diseño de la obra en campo, así como, puntos que deberá cumplir la empresa constructora, su personal y la supervisión. (Tabla 3)	\$664,840.00
MM2. Programa de protección y conservación de fauna (Tabla 7).	\$1,790,250.00
MM3. Programa de rescate y reubicación de flora (Tabla 9).	\$1,635,183.00
MM4. Programa de conservación y restauración de suelos y manejo de residuos derivados de la preparación del sitio y construcción (Tabla 11).	\$856,900.00
MM5. Construcción de pasos de fauna y cercado de la vía, para favorecer rutas de movimiento (Tabla 12).	\$2,885,546.40
MM6. Programa de reforestación (Tabla 20).	\$8,142,362.80
Pago por servicios ambientales (punto b MM6)	\$13,200,000.00
	\$29,175,082.20

VI.12 Cronograma de trabajo

El programa de actividades deberá empatarse con el programa de construcción que marque la empresa ganadora de la licitación, sin embargo en el siguiente programa se señala el tiempo que se llevará cada una de las medidas de mitigación que deberán ser licitadas, de forma general, en el caso de algunas medidas, que requieren actividades por un periodo largo y que son específicas por cada tiempo, se incluyó su propio cronograma, no obstante en el general, se ven los periodos de ejecución de cada medida de mitigación con respecto a cada actividad de la obra.

En algunas medidas de mitigación se incluyó su propio cronograma, ya que es importante detallar las actividades una vez terminada la construcción de la obra, o una descripción más fina por semana de las actividades de cada medida.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA
LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM,
INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 23 Cronograma general de trabajos con MM

Actividades	Bimestres											Años
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	8
MM1. Lineamientos para el trazado y diseño de la obra en campo, así como, puntos que deberá cumplir la empresa constructora, su personal y la supervisión												
MM2. Programa de protección y conservación de fauna												
MM3. Programa de rescate y reubicación de flora												
Desmante												
Despalme												
MM4. Programa de conservación y restauración de suelos y manejo de residuos derivados de la preparación del sitio y construcción												
Nivelaciones												
MM5. Construcción de pasos de fauna y cercado de la vía, para favorecer rutas de movimiento PIV y de ganado Construcción del cuerpo del terraplén												
MM6. Programa de reforestación												

VI.13 Programa de monitoreo

El monitoreo o seguimiento de las variables de interés al proyecto es una actividad crítica para verificar que las medidas de mitigación han funcionado adecuadamente y, en su caso, para determinar que son necesarias modificaciones y cuáles pueden ser éstas. El programa de monitoreo y la estructura de supervisión ambiental, buscan la característica de ser lo más sencillo posible y, al mismo tiempo, lo suficientemente eficaz para cumplir los objetivos. Es importante que el programa sea sencillo porque tiene más probabilidades de ser implementado al 100% y será más fácil para SEMARNAT o PROFEPA verificar que sus componentes estén en operación y sean efectivos.

En los siguientes párrafos se desarrollarán los componentes del programa de monitoreo: objetivos, indicadores y procedimientos en caso de incumplir con el umbral. En la descripción de cada una de las medidas de mitigación se incluyó sus indicadores para el monitoreo, en algunos casos se indicó en que bitácora debería registrarse el cumplimiento.

Objetivos del programa de monitoreo

- 1) Verificar y documentar la correcta implementación de las medidas de mitigación (y, en su caso, de las condicionantes al proyecto)
- 2) Examinar la efectividad y suficiencia de dichas medidas (y condicionantes) para lograr mínimamente los niveles programados de prevención, reducción y mitigación de impactos ambientales adversos

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- 3) Determinar, en caso necesario, las modificaciones necesarias o las medidas de mitigación adicionales para lograr los niveles mencionados

Indicadores del programa de monitoreo y cumplimiento de las MM

Para un correcto seguimiento se tendrá que realizar una supervisión en campo durante las diferentes etapas de la construcción, donde se verifique la correcta implementación de las medidas de mitigación propuestas. Se recomienda contratar un supervisor de impacto ambiental, que a su vez, puede tener dos ayudantes. El perfil de los supervisores se sugiere de la siguiente manera:

- Supervisor coordinador (Supervisor 1): Formación profesional en biología, ecología, licenciado en sistemas ambientales, u otra carrera o estudios de postgrado o especialización en estudio de ecosistemas o manejo de recursos naturales, con experiencia en las actividades que implica la construcción de carreteras y/o en la elaboración de MIA de proyectos carreteros. Supervisará MM1 y MM4.
- Supervisor 2: Profesional con formación en botánica. Supervisará MM3 y MM).
- Supervisor 3. Profesional o pasante, con formación en zoología. Supervisará MM2 y MM5.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El supervisor será responsable de que las acciones de supervisión y el cumplimiento de las medidas de mitigación se documente, se lleve bitácoras, fotografía y video. El supervisor deberá preparar reportes mensuales del cumplimiento de las medidas de mitigación a la SCT, la cual integrará informes anuales de cumplimiento a la SEMARNAT. En la Tabla 24 se presentan los indicadores que se medirán para cada medida.

Tabla 24 Indicadores de cumplimiento de las medidas de mitigación

MM1. Lineamientos para el trazado y diseño de la obra en campo, así como, puntos que deberá cumplir la empresa constructora, su personal y la supervisión		
Indicador	Umbral esperado	Medida en caso de rebasar umbral
1. Estudio geofísico con el trazo definitivo donde se demuestre el alejamiento de 80 m de cuerpos de agua y cavernas	El trazo del libramiento a Tulum estará a más de 80 m de cualquier cuerpo de agua o caverna	Modificar el trazo, para alejarlo por lo menos a 80 m de los cuerpos de agua y cavernas
2. Tramos sobre zonas inundables del proyecto definitivo sobre puentes	Todas las zonas inundables que pasen el libramiento estarán proyectadas sobre puentes en forma de losas y/o estructuras	Modificar el proyecto y diseñar los tramos que se pase por zonas inundables sobre puentes en forma de losas y/o estructuras.
3. Contrato de la empresa constructora que resulte ganadora con una empresa cuyo giro sea manejo de residuos peligrosos	Presentar un contrato donde se detalle las acciones a seguir en caso de alguna contingencia; además de señalar que cada semana pasará la empresa a recoger embalados los residuos que pudieran considerarse peligrosos (que no lo son por	Contratar a una empresa que maneje residuos peligrosos bajo el esquema señalado en el umbral.
	los volúmenes a manejar en el frente de obra).	
4. Costales de ABtotal absorb en los frentes de obra	Por lo menos 3 costales de 10 kg cada uno en el frente de obra o 30 kg o más de ABabsorb total.	Comprar los costales necesarios; si la marca se descontinúa comprar otra marca con las mismas características de absorción de hidrocarburos.
5. Porcentaje de personal que firmó compromiso de cumplimiento de medidas y condicionantes	El 100% de los trabajadores	Volver a convocar a reunión del personal faltante hasta cumplir con el 100% de las firmas
6. Límite del desmonte	Solamente entre ceros árboles marcados con martillo forestal	El área que se rebase del desmonte se deberá compensar en ese mismo parche en una proporción 5:1, con las especies y procedimientos señalados en MM5.
7. Número de animales sacrificados o alimentados en el frente de ataque	Ninguno	Se deberá compensar a una UMA de reproducción de especies silvestres una cantidad de \$20,000 por animal sacrificado; para que reproduzca esa especie y reincorporar 10 organismos por cada animal sacrificado
8. Numero de sanciones por incumplimiento de los puntos de esta medida (los que no se hayan puesto en un indicador aparte).	Ninguno	El empleado que se le descubra incumpliendo algún de los puntos, tendrá que pagar resarcimiento de daños y la

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

		empresa que cumpla las MM tendrá que cobrarlo y llevarlo a cabo. En la segunda sanción se rescinde contrato.
9. Fotografías a la vegetación aledaña de la línea entre cerros.	Sin material de desperdicio, 4 fotografías por km ambos lados	Retirar todo el material de desperdicio.
10. Hidrocarburos en tierra de despalme (capa 3) en lavaderos	Sin hidrocarburos	Colocar el doble de Abtotal absorb total en el cavado de desagüe de los lavaderos
MM2. Programa de protección y conservación de fauna		
Indicador	Valor umbral	Acciones requeridas
Comunicación entre los operadores de la obra y el equipo de rescate y reubicación	El equipo de rescate participa en el 85 % o más de las reuniones y juntas sobre la planeación y cambios de la obra.	Se promoverá una reunión con los coordinadores de la obra para hacer notar que no se le está invitando al grupo de rescate de fauna a las reuniones de planeación de la infraestructura.
Recomendaciones del grupo de rescate de fauna	El 80 % o más de las opiniones emitidas por el equipo de rescate de fauna son consideradas en la planeación y procesos de la obra.	Si menos del 80% de las recomendaciones y opiniones del grupo de rescate de fauna y flora son consideradas en la planeación y proceso de la obra, se emitirá un comunicado a los constructores para reconsiderar estas acciones. Si el problema persiste se hará una notificación oficial a la SEMARNAT.
Número de platicas y porcentaje de participación en el Programa de Inducción ambiental y Capacitación	Se imparten mínimo seis platicas de inducción al personal de la obra.	Si no se logra el mínimo requerido de impartición de curso y asiste menos del 80% del personal de la obra a los cursos, se realizará una campaña de difusión a través de repartición de crípticos informativos, colocación de mamparas con información referente al reglamento de la obra y a los objetivos del rescate de la fauna y flora.
	Mínimo el 80 % del personal de la obra asiste a los cursos de inducción ambiental	
No. de individuos ahuyentados	Mínimo 80 individuos de todos los grupos de vertebrados por kilómetro lineal son ahuyentados durante las actividades de ahuyentamiento.	Si no se logra el mínimo requerido, se aumentará el número de personas dedicadas al ahuyentamiento y se utilizaran otro instrumento que generen mayor cantidad de ruido (Aumento del número de decibeles).
Porcentaje de efectividad durante el Rescate y captura	Los sistemas de trampeo utilizados durante el rescate tienen una efectividad mínima del 20 %.	Si los sistemas de trampeo no alcanzan la efectividad mínima, se aumentará el número de trampas y se cambiara de cebo.
	Se rescatan al menos 40 individuos de las diferentes especies de vertebrados por kilómetro lineal.	Si el rescate no alcanza el mínimo requerido de individuos y de nidos rescatados, se aumentara la cantidad de personal dedicada a la labor de rescate y se aumentada la cantidad de horas dedicada a tal actividad.
	Se rescatan mínimo 8 nidos por kilómetro lineal antes del proceso de despalme.	
Porcentajes Reubicación y mortalidad de los individuos rescatados	Se reubican más del 90 % de los individuos rescatados.	Si no se alcanza el mínimo requerido de individuos reubicados, se buscarán zonas de reubicación más cercanas y adecuadas.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

	Menos del 5% de mortalidad de individuos capturados durante los procesos de mantenimiento y reubicación.	Si existe una mortalidad mayor al 5%, se reacondicionará el lugar de mantenimiento de los ejemplares capturados, todos los individuos se pondrán en contenedores desde las primeras horas de la captura y por ningún motivo se mantendrán más de 24 horas en cautiverio. Además se considerara la sustitución del veterinario especialista en fauna silvestre para el cuidado de los ejemplares en mantenimiento.
MM3. Programa de rescate y reubicación de flora		
Indicador	Umbral esperado	Medida en caso de no cumplir con umbral
Número de plantas rescatadas	Mínimo 30,000 en total (incluye epifitas)	Se propagarán 3 plantas por cada planta que no se pueda rescatar por debajo del umbral
Número de plantas de apoyo a la reforestación propagadas a partir de semilla (se sembrarán como juveniles)	Mínimo 50,000	Se colectará más semilla hasta llegar a las 50,000 plántulas acomodadas en camas.
Sobrevivencia en vivero	Mínimo el 70%	Menos de esa sobrevivencia, por planta perdida se propagará 3 plantas más que se reproducirán en vivero
MM4. Programa de conservación y restauración de suelos y manejo de residuos derivados de la preparación del sitio y construcción		
Indicador	Umbral esperado	Medida en caso no cumplir con el umbral
12. Comparativo de las fotos de las estructuras geológicas (cuerpos de agua y cavernas) a menos de 110 m del derecho de vía.	Ambas fotos (MM1 y MM4) similares sin material de desecho.	Presentar un estudio de daños a PROFEPA y remediar el daño a la cañada y llevar el material depositado a los bancos de tiro según se señalo en esta MM.
13. Volumen de material acamellonado junto al trazo.	Nada	Acarrear el material junto al vivero
14. Estado del derecho de vía	Con una cerca viva a lo largo de todo el trazo entre ceros y el resto del derecho de vía	En caso de no tener cerca viva en algunos tramos, se sembrarán árboles reproducidos en vivero.
MM6. Programa de reforestación		
Indicador	Umbral esperado	Medida de no cumplir el umbral
25. Superficie reforestada total en los polígonos	70 Ha.	Reforestar áreas alledañas con pi o acahual hasta cumplir con la superficie umbral.
26. Número de individuos arbóreos y arbustivos plantados.	173,750 Árboles o arbustos juveniles.	Comprar o propagar más árboles hasta llegar a la cantidad umbral.
27. Número de individuos sobrevivientes.	80% o más.	Sustitución de individuos muertos hasta mantener como 139,000 árboles y/o arbustos sobrevivientes.
28. Fisonomía de los polígonos remediados a los 8 años.	De SMSC o SMSP joven, con crecimiento de gramíneas en sotobosque y sobrevivencia de más del 80%.	Volver a reforestar con las especies indicadas hasta llegar a una distancia promedio de individuos de entre 5 y 10 m.
29. Pago entregado a CONAFOR para el pago de servicios ambientales bajo el convenio de recursos concurrentes.	Comprobante de pago por 13,200,000.00.	Se hará un fideicomiso para el pago de esa cantidad por servicios ambientales a mínimo 600 ha cercanas al libramiento.

Contenido

CAPÍTULO VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	1
VII.1 ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL DEL SAR SIN PROYECTO	1
VII.2 ESCENARIO TENDENCIAL CON EL PROYECTO	16
VII.3 ESCENARIO TENDENCIAL CON EL PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS	27
VII.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	39
VII.5 CONCLUSIONES	41
VII.6 LITERATURA CONSULTADA	46

Índice de Tablas

Tabla 1 Cambio en las superficies de uso de suelo y vegetación entre los años 2005-2009 y 2025.....	6
Tabla 2 Tendencias de cambio del SAR y escenario a 15 años sin proyecto y sin MM....	11
Tabla 3 Comparativo de áreas entre los escenarios tendenciales con y sin proyecto	16
Tabla 4 Comparativo del escenario Tendencial diagnóstico con y sin proyecto	21
Tabla 5 Descripción de los impactos del SAR integrando los ocasionados o agravados por el proyecto.....	23
Tabla 6 Impactos residuales adversos del proyecto.....	28
Tabla 7 Escenario tendencial del SAR con los impactos residuales ocasionados por el proyecto y medidas de mitigación.....	36

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Capítulo VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Pronósticos del escenario

Conforme a la información generada, analizada y valorada, es posible describir e identificar, las modificaciones y eventuales afectaciones que se puedan imprimir al Sistema Ambiental Regional SAR delimitado por la presencia del proyecto. Por otra parte, el SAR, se define como: el espacio geográfico conformado por un ecosistema o conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidades funcionales, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales.

Para la construcción del pronóstico se parte de la base de que uno de los elementos críticos del sistema es la vegetación y en consecuencia el sustrato que lo sostiene. Considerando lo anterior, se describen tres escenarios: a) escenario actual (actividades sin proyecto), b) escenario con proyecto y c) escenario con proyecto y con medidas de mitigación.

VII.1 Escenario ambiental tendencial del SAR sin proyecto

Los estudios sobre el cambio del uso del suelo y cobertura vegetal proporcionan una herramienta importante que puede ser utilizada para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Lambin et al., 2001). De igual manera permiten visualizar los cambios tendenciales de la cobertura de uso de suelo y vegetación y como podría cambiar por la influencia de un proyecto que cambie las características de una región.

Asimismo, estos estudios permiten entender y analizar la relación que existe entre los procesos socioeconómicos con el desarrollo de diversas actividades que implican el uso de los recursos naturales y la manera en la que los cambios sobre estos, afectan la estructura y función de los ecosistemas (Turner y Meyer, 1991).

Los modelos de cambio de uso de suelo y vegetación han sido desarrollados para determinar dónde, cómo y por qué ocurren estos cambios (Brown, et al. 2000). Dichos modelos toman en cuenta patrones de cambio históricos, comparándolos con los esquemas de cambio actual y extrapolarlos para predecir los cambios futuros (Lambin, 1997).

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Este análisis de cambio de uso de suelo conforma una parte importante de la manifestación de impacto ambiental ya que permite visualizar los impactos pasados y presentes de las distintas actividades humanas en los usos del suelo y realizar una prospección tendencial del futuro del área, y de igual manera permite visualizar la modificación de dichas tendencias por un proyecto y su repercusión en la calidad ambiental de una zona determinada.

Se define como uso del suelo, a aquel uso del territorio que es designado por las actividades humanas e influenciado por factores económicos, culturales, políticos, históricos, ambientales, entre otros (Brown et al., 2000). El crecimiento de la población humana ha traído como consecuencia impactos diversos sobre el territorio, lo que se manifiesta en el uso del mismo y por ende, la pérdida de cobertura vegetal y otros recursos naturales, así como la generación de distintos conflictos entre sectores económicos.

El objetivo de este Capítulo es realizar un análisis del cambio de uso del suelo y vegetación en tres escenarios distintos, el primero sería el tendencial sin proyecto, seguido por el tendencial con el proyecto y finalmente el tendencial con el proyecto y las medidas de mitigación aplicadas, en los tres casos en un mismo escenario a 15 años, es decir al año 2025. De esta manera será posible determinar la tasa de cambio de algunos usos de suelo, así como los impactos que dichos cambios tendrán sobre la situación ambiental de la zona.

Para la creación de los escenarios tendenciales se utilizó la dinámica de cambio lineal entre dos coberturas de uso de suelo y vegetación, en este caso se empleó la cobertura actual presentada en el Capítulo IV de esta MIA-R y una cobertura del año de 1993 creada a partir de ortofotos digitales de INEGI, escala 1:20,000.

El Sistema Ambiental Regional tiene una superficie de 50,700 Ha, se asienta en el municipio de Tulum y en una pequeña porción del municipio de Solidaridad en el estado de Quintana Roo. La región corresponde al Caribe Norte, y tiene el papel de nodo de enlace por su ubicación estratégica a nivel regional, pues es acceso desde el Sur a la región denominada Riviera Maya, además forma parte de un importante destino turístico y por tanto de una disposición al crecimiento y desarrollo, razón principal por la que el SAR deberá sus cambios en el tiempo a sus habitantes y sus actividades.

Es importante, por lo tanto, entender primero las modificaciones que se esperan para el medio socioeconómico y con base en lo que ha sucedido en el pasado, inferir los cambios para los siguientes 15 años, como ya hemos detallado en la metodología que se explica en capítulos anteriores.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Para el caso del SAR la tasa de crecimiento de la población está dada en función del desarrollo y crecimiento del municipio de Tulum, desde esta perspectiva, Tulum es la segunda ciudad del estado de Quintana Roo, con la tasa más alta poblacional, con un 13.88%, (sólo precedida por Playa del Carmen con una tasa de 14.71%), lo que se traduce en una mayor demanda de servicios básicos; cuenta con una población aproximada de 30,788 habitantes, es de los municipios de mayor crecimiento demográfico en el país, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica; su cabecera municipal, la ciudad de Tulum pasó de 6,733 habitantes en 2000 a 14,790 en 2005.

El SAR se asienta en terrenos con uso de suelo ejidal, existen 12 asentamientos en el Sistema, que se ubican dentro de los ejidos Jacinto Pat y Tulum, para el caso del territorio de Solidaridad no se reportan asentamientos por lo que la población reportada dentro del SAR es sólo de 33 personas, que representa el 2.71% de la entidad, la población en el Sistema, representa el 0.1% de la municipal. Las autoridades municipales consideran una población flotante de entre 500 y 1500 personas que visitan semanalmente la zona para desarrollar actividades principalmente de ecoturismo. En el SAR se tienen cuantificados alrededor de 130 cenotes que son visitados en mayor o menor medida por turismo nacional e internacional.

De acuerdo al análisis y proyecciones realizadas con respecto al cambio de uso de suelo, se puede inferir que para 2025 aumentarán las hectáreas dedicadas a asentamientos humanos de 108.42 Ha a 910.91 Ha, entre 2009 y 2025, la superficie dedicada a fraccionamientos pasará de 493.29 Ha a 1,662.73 Ha y la suma de asentamientos humanos e infraestructura pasará de 1,072.97 a 4,948.51 Ha; estos cambios se prevén sean a costa de las zonas vegetadas, principalmente de la selva mediana (Figura 1), no obstante que se cuenta con un instrumento como el Ordenamiento Ecológico Territorial del Corredor Cancún Tulum, que limita la densidad poblacional por hectárea.

La pirámide de edad de Tulum muestra cambios en la estructura por edad, pasando de un crecimiento expansivo donde el número de niños crecía año con año a una composición por edad donde destaca la disminución porcentual de los primeros grupos de edad y el incremento de los grupos intermedios, en edades productivas y reproductivas. Los procesos migratorios han tenido un peso importante en el crecimiento total de la población, solo entre 2006 y 2007 la migración contribuyó en un 54%. Se estima que esta tendencia continuará para 2025.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

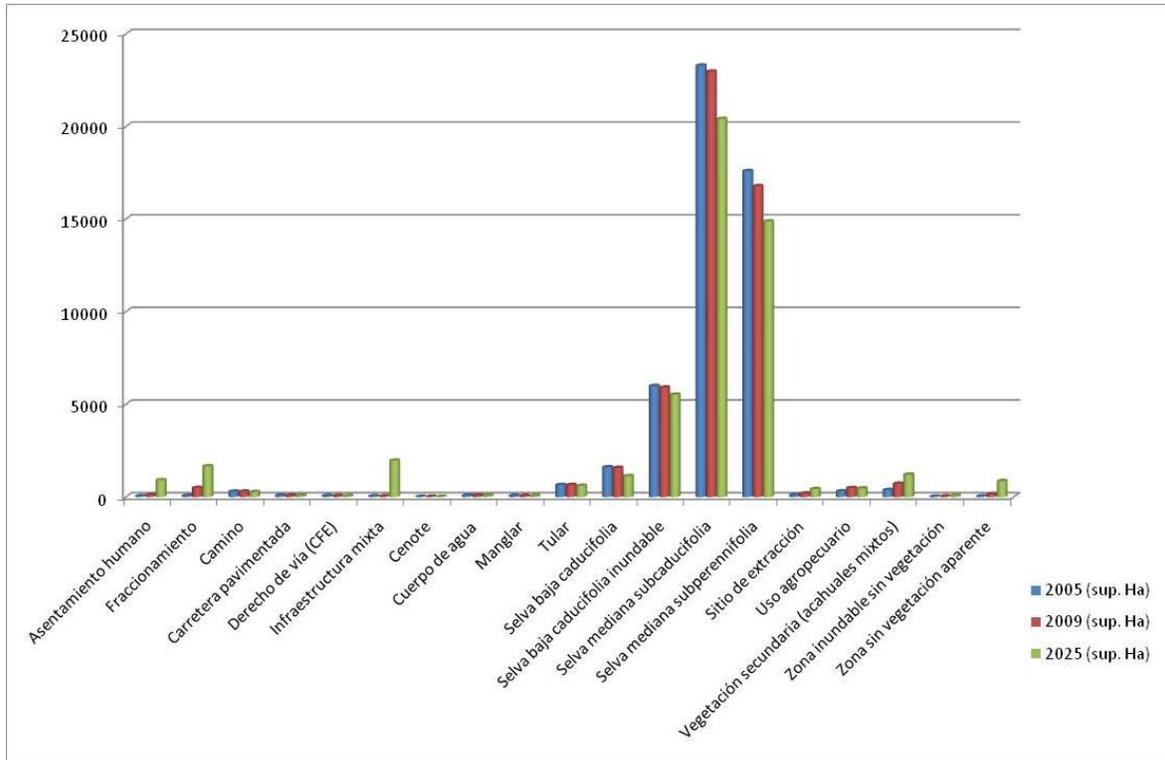


Figura 1 Comparativo de las superficies por categoría de uso de suelo y vegetación durante 2005 y 2009, así como su proyección tendencial sin proyecto al 2025

El crecimiento de la población del SAR demandará, especialmente para Tulum, mejores vías de comunicación y vivienda tanto del orden vacacional, como para la clase trabajadora del sector turístico y de servicios que se requerirá para atender al turismo. También la dotación de servicios como agua, energía eléctrica, drenaje y urbanización.

A pesar de que el PDU municipal considera que el escenario de diseño demográfico para su actualización será el de un escenario moderado que tiene como límite para su población objetivo al año 2030, la cifra de 175,698 habitantes, lo que implicará mantener tasas de crecimiento anual por debajo de las que tuvieron Cancún y Playa del Carmen en sus procesos de crecimiento, con base en una estrategia de crecimiento urbano que consolide primero los proyectos de urbanización, antes de iniciar nuevos frentes de crecimiento urbano, que determine un crecimiento de cuartos de hotel con moderación y atendiendo a los nuevos nichos de mercado de turismo global.

Los escenarios propuestos para el centro de población de Tulum pretenden impulsar el Desarrollo Regional, fomentar el ecoturismo, el conocimiento de la cultura y el cuidado al

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

medio ambiente. Se pretende que Tulum sea el centro distribuidor y la entrada a la zona Maya. Las tendencias resultantes del escenario propuesto para el periodo 2006-2030 son, en primera instancia que la población del centro oscile entre los 181,250 habitantes, con una tasa media de crecimiento anual decreciente que va desde el 14.9 % hasta el 5.7%. El crecimiento urbano estará especialmente influenciado por el aumento de la atracción de inversiones turísticas y el incremento, de manera significativa, del ecoturismo, ligado a una política para su atracción.

Este desencadenará la necesidad de incorporar alrededor de 2,919.43 Ha para la construcción de vivienda y equipamiento y 1,700 Ha más para el crecimiento eco turístico y turístico. Por lo que durante este periodo se necesitarán construir 45,313 viviendas para satisfacer la demanda proyectada, lo que también puede traducirse en la demanda de agua, en tanto, se requerirán en el sistema de agua potable 838 litros por segundo; habrá una demanda de 628 litros por segundo en el sistema de drenaje y se demandarán 124 MVA para satisfacer la demanda de electricidad.

De acuerdo a la zonificación habitacional definida en el PDU se estima que alrededor de 2,726 Ha se destinarán a usos habitacionales con distintas densidades que van desde las 4 viviendas por hectárea hasta 60.0 viviendas por hectárea que generarán un total de 45,313 viviendas con capacidad para 181,250 habitantes. Toda esta superficie representa el 20% de la superficie total del polígono del Centro de Población de Tulum. Aunque cabe señalar que el PDU del centro de población no incide en el territorio del SAR (Figura 2), el crecimiento que se manifiesta de las áreas dedicadas a la construcción de vivienda, servicios e infraestructura, necesariamente impactarán los terrenos del Sistema Ambiental.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

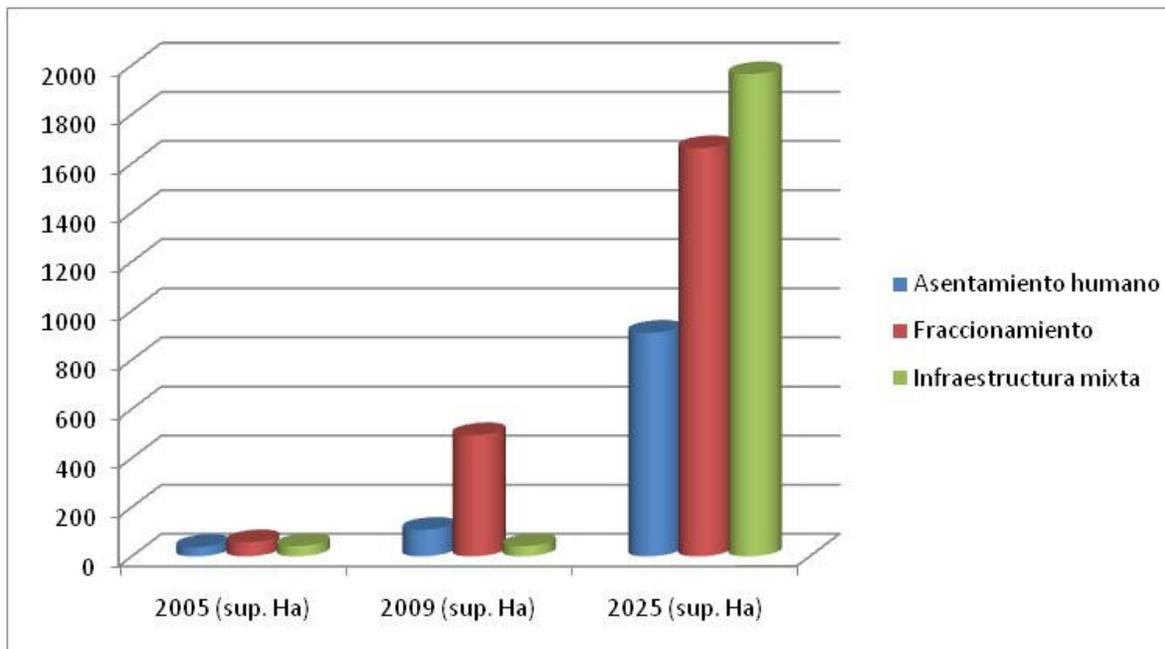


Figura 2 Superficies en Ha por tipo de cobertura de asentamientos humanos e infraestructura de los años 2005, 2009 y 2025

En lo que se refiere a la vegetación del SAR, los principales tipos presentes son selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia inundable, Selva baja caducifolia, acahuales, manglar y tular. Cabe señal que entre el periodo 2005 2009, se perdieron 1,247.3 Ha vegetadas, con lo que actualmente se cuenta con 47,946.16 Ha de las 49,147.46 Ha que existían en el 2005.

Estos cambios obligan a realizar un análisis de los principales tipos de vegetación con respecto al cambio de suelo de la vegetación original y las actividades económicas que se realizan en cada una de ellas. Para ello se analizan tres escenarios, uno de 2005 (pasado), 2009 (actual) y para el tendencial hacia el año 2025 (Tabla 1 y Figura 3).

Tabla 1 Cambio en las superficies de uso de suelo y vegetación entre los años 2005-2009 y 2025

Uso de suelo o tipo de vegetación	2005 (sup. Ha)	2009 (sup. Ha)	2025 (sup. Ha)
Asentamiento humano	37.63	108.42	910.91
Fraccionamiento	57.51	493.29	1,662.73
Camino	290.84	292.85	274.37
Carretera pavimentada	78.27	78.27	78.22
Derecho de vía (CFE)	58.26	58.26	57.90
Infraestructura mixta	41.88	41.88	1,964.38
Cenote	15.22	15.22	15.04

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Cuerpo de agua	86.83	86.83	86.83
Manglar	61.92	61.92	61.92
Tular	648.19	648.19	602.93
Selva baja caducifolia	1,606.08	1,575.71	1,129.21
Selva baja caducifolia inundable	5,996.54	5,911.94	5,529.57
Selva mediana subcaducifolia	23,287.14	22,965.64	20,405.63
Selva mediana subperennifolia	17,593.59	16,782.76	14,876.59
Sitio de extracción	102.54	191.53	433.78
Uso agropecuario	305.72	483.72	461.39
Vegetación secundaria (acahuales mixtos)	378.60	717.85	1,212.54
Zona inundable sin vegetación	19.07	34.22	72.25
Zona sin vegetación aparente	34.47	151.80	864.11

De esta forma se observa que en los últimos cinco años, el desarrollo urbano, incluyendo asentamientos humanos, fraccionamientos, caminos y carreteras, líneas de transmisión eléctrica, entre otros, han mostrado un incremento de 508.58 Ha sobre la vegetación natural, principalmente sobre la selva mediana subcaducifolia y subperennifolia; para el 2025 se ha proyectado un continuo desarrollo y crecimiento de estos usos del suelo, con lo que se espera también un incremento de 3,875.54 Ha, a costa de la vegetación natural. De la misma manera se comporta el uso agropecuario; en 2005 se contabilizaban 305.72 Ha dedicadas a este uso, y actualmente se han incrementado a 483.72, en tan solo cuatro años se adicionaron 178 Ha, este incremento ha provocado también la alteración de nuevas áreas de vegetación natural por la práctica del pastoreo extensivo, para 2005 se tenían en el SAR 378.6 Ha, actualmente se tiene 717.85 Ha; no obstante, para el 2025 se estima que casi se dupliquen estas superficies (1,212.54 Ha en total), pues al abrir nuevos frentes de pastoreo se va creando un efecto de degradación y alteración de las zonas más próximas o adyacentes a él.

No obstante, en los ecosistemas naturales ocurre lo contrario, es decir van perdiendo superficie frente a los cambios de uso de suelo; la selva baja caducifolia en el año 2005 contaba 1,606.08 Ha, y se estima que para el 2025 solo sean 1,129.21 Ha, pues la tendencia que ha seguido desde hace 4 años es hacia su disminución, lo mismo ocurre con la selva baja caducifolia inundable, aunque su reducción es menor que en la selva baja, pues de 2005 a 2009 solo perdió 84.6 Ha y para 2025 se estima pérdida 382.37 Ha más. La selva mediana subperennifolia y subcaducifolia también siguen una dinámica similar al de las asociaciones vegetales naturales; pues de 2005 a 2009 la selva subperennifolia presentó una reducción de 810.83 Ha, y la selva subcaducifolia 321.5 Ha; de seguir esta tendencia se estima que para el 2025 en conjunto estos tipos de vegetación tengan una disminución de 4,466.18 Ha, en promedio se calcula que la tasa aproximada de pérdida de estos tipos de vegetación es del orden de 130 y 160 Ha por año.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Esta disminución en la cobertura vegetal se ve reflejada en la fijación de CO₂, pues para el 2009 el carbono secuestrado correspondía a 10,418,403 toneladas de carbono para las áreas vegetadas del SAR, pero tomando en cuenta los cambios en la cobertura vegetal al 2025 (Tabla 1 y Figura 3), se espera que en el escenario tendencial sin proyecto habrá un decremento del carbono secuestrado del 9% respecto a las toneladas de carbono del 2009, estimando entonces una fijación de carbono de 9,480,746.73 toneladas.

Dado a que la distribución y presencia de la fauna se encuentra íntimamente relacionada con la distribución y estado de la vegetación, tenemos que en el periodo comprendido entre 2005 a 2009 se aprecia una reducción moderada de la vegetación, de modo que se observa disperso en general a manera de pequeñas islas, solamente hay tres zonas en las que las islas por su tamaño son funcionales como hábitat de las especies faunísticas. Actualmente en el SAR se mantiene la continuidad de las selvas y humedales, no obstante de 2025 a 2009 se estimó un 3% de reducción para las asociaciones vegetales presentes en conjunto, a ello hay que añadir el efecto del aumento de la presencia humana con las implicaciones que tiene respecto a la fauna, específicamente aprovechamiento directo de ejemplares tanto por cacería como por extracción para consumo y comercialización. Esta modificación del hábitat puede considerarse atenuada por dos razones; parte de las áreas transformadas son en realidad crecimiento de mancha urbana en zonas en que la composición de la fauna ya ha cambiado quedando dominadas por especies asociadas a ambientes perturbados, como es el caso de especies oportunistas y otras cuyo umbral de tolerancia a la gente es elevado.

En términos generales se puede hablar de una reducción en el tamaño poblacional por efecto directo de la disminución del hábitat, pero en un orden de magnitud bajo. No se ha documentado un efecto drástico particular para alguna especie, aun en el caso de especies de distribución restringida. Es muy probable que el efecto de los cambios de uso de suelo en este periodo, hayan tenido un efecto mucho mayor en poblaciones de especies ya de por si reducidas, aunque esto a la fecha no ha sido documentado, dado que no existen antecedentes de la abundancia y distribución de la fauna en el área del SAR previos a este estudio.

La tendencia que se aprecia para el periodo 2009-2025 apunta a una disminución en la diversidad alfa, beta y gama, aunque el orden de magnitud es variable y difícil de cuantificar debido a los efectos acumulativos del desarrollo turístico que a gran escala se darán alrededor del SAR. En este contexto es importante recordar que a diferencia de la vegetación, la fauna es móvil y no responde a las fronteras geopolíticas, por lo que la reducción o estructuración de las comunidades faunísticas estará prácticamente dada como consecuencia de la reducción o modificación de la vegetación natural; en tanto, tenemos

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

que en este periodo dentro del SAR se estarán perdiendo alrededor del 11% de las selvas, la perdida de humedales será de 5%, mientras que las áreas perturbadas tendrán un incremento superior al 100% aumentando su superficie a más del doble de la actual. En este contexto la fauna asociada a los ambientes de humedales será la menos afectada, la fauna asociada a zonas perturbadas se incrementará y la fauna asociada a las selvas será la que se verá más afectada.

El efecto de una reducción del hábitat en un 16% en promedio si bien se puede considerar moderado, en realidad se magnifica por la forma en que se distribuyen, conformándose barreras a lo largo de las carreteras, tanto en la de Tulúm-Coba como en la CancúnChetumal, reduciendo el flujo /desplazamiento de un gran número de especies de fauna silvestre, limitando el acceso de individuos de varias especies a diversos recursos en diferentes periodos del año.

Los cambios de uso de suelo que ocurrirán, con este proyecto y otros mas que se desarrollarán de manera paralela, generarán una reducción del hábitat disponible para el jaguar, y para algunas de sus presas (p. ej pecaríes), aunque no tendrá el mismo efecto para otras especies con ámbitos hogareños pequeños y más tolerantes a la influencia humana.

Además del efecto directo sobre la reducción de hábitat para poblaciones de animales silvestres, también hay efectos indirectos como es la presencia misma de la gente, con su consecuente interacción con la fauna silvestre, ya en una magnitud mucho mayor que la actual, considerando la promoción que se hace al nuevo municipio y las necesidades de generar sus propios recursos a nivel local. Como resultado se espera un aumento de conflictos entre el hombre y la fauna, considerada nociva (serpientes, ratones, mapaches, tlacuaches, y ocasionalmente felinos), así como los efectos de la fauna domestica y feral (gatos y perros que han escapado del control domestico) sobre la fauna silvestre que inciden principalmente sobre las poblaciones de lagartijas, serpientes, roedores y aves pequeñas.

En el caso del jaguar, se estima que el número actual de individuos que oscila entre 15 a 20, dentro del SAR, se reduzca por perdida de hábitat y por la disminución en la abundancia de sus presas (venados, pecaríes, tejones, etc.) lo cual resultara en un número que oscilara entre 11 y 16 animales.

El escurrimiento superficial al 2025 será de 220 mm/año en promedio dentro del SAR equivalente a un volumen de 111.5 Mm, si tomamos en cuenta que los cambios de uso de

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

suelo forestal a cualquier otro disminuyen la infiltración y aumentan el escurrimiento. En el presente el escurrimiento es de 166 mm/año, equivalente a 84.2 Mm³, lo que significa un aumento de 54 mm/año o 32%. Las principales zonas que contribuirán al incremento del escurrimiento son el Aeropuerto Internacional Riviera Maya, que alimentaría a la nanocuenca Madera sur; la zona sur del Km 221 de la carretera Chetumal-Cancún que se ocuparía por asentamientos humanos y por último, la zona sur del pueblo de Tulum, que crecería hacia el sistema de cuevas Ox Bel Ha y de los cenotes Barrier, Moonpod y Odissey; no obstante, la distribución del escurrimiento no cambiará, excepto las magnitudes esperadas en las zonas ya mencionadas.

Mientras tanto, para el 2025 se espera una recarga promedio de 8.7 mm/año dentro de todo el SAR (50,699.9 Ha) que equivale a 4.4 Mm³, a diferencia de lo que ocurre en el presente, la recarga se calcula en 11.4 mm/año equivalentes a 5.8 Mm³. Esta disminución en la recarga constituye una pérdida del 24%, es decir, 1.4 Mm³ por año.

En el presente la erosión total promedio es de aproximadamente 6.8 ton/(Ha*año) equivalente a 344,759.5 ton/año, mientras que para el 2025 se espera un incremento de hasta 7.34 ton/(Ha*año) en promedio, equivalente a 372,137.4 ton/año. Esto significa un aumento de 8% debido a la disminución de la superficie de zonas de pastizales y potreros, aunque mínima, que se recuperarán hasta conformar vegetación secundaria, lo anterior, en las cercanías de la Laguna Madera y al sur del actual basurero municipal, al sur de la carretera Tulum-Coba. Sin embargo, el acelerado crecimiento urbano abrirá una mayor superficie dentro de la vegetación conservada, tipificadas como “fraccionamientos”, que son grandes áreas de despalme aumentando la erodabilidad del suelo debido a los suelos desnudos que se preparan para ser urbanizados. Los “fraccionamientos”, a diferencia de los asentamientos humanos, no están cubiertos por construcciones, sino que son zonas desprovistas de vegetación, habiendo construcciones, la erosión disminuiría por la inexistencia de suelo expuesto. Estas áreas se localizarán en la nanocuenca Captación centro, al poniente de la carretera Chetumal-Cancún, al oriente de la Laguna La Unión y al sur del pueblo de Tulum.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 2 Tendencias de cambio del SAR y escenario a 15 años sin proyecto y sin MM

Factor Ambiental	Tendencia	Escenario tendencial a 15 años
Socioeconómico	<p>El crecimiento anual de la población en Quintana Roo es de 4.10%, por lo que se convierte en el estado con mayor crecimiento a nivel nacional, teniendo a Tulum con la segunda ciudad con la tasa más alta poblacional en toda Latinoamérica, con un 13.88%.</p> <p>Los asentamientos humanos en el SAR ocupan 108.42 Ha, la superficie dedicada a fraccionamientos es de 493.29 Ha y la suma de asentamientos humanos e infraestructura es de 1072.97 Ha.</p> <p>El SAR se asienta en terrenos con uso de suelo ejidal, existen 12 asentamientos en el Sistema, que se ubican dentro de los ejidos Jacinto Pat y Tulum, para el caso del territorio de Solidaridad no se reportan asentamientos por lo que la población reportada dentro del SAR es sólo de 33 personas, la población en el Sistema, representa el 0.1% de la municipal. Las autoridades municipales consideran una población flotante de entre 500 y 1500 personas que visitan semanalmente la zona para desarrollar actividades principalmente de ecoturismo, en el SAR se tienen cuantificados alrededor de 130 cenotes que son visitados en mayor o menor medida por turismo nacional e internacional.</p> <p>Esta tendencia de crecimiento de las Ha dedicadas a los asentamientos humanos debe entenderse como parte de un proceso de especulación que se vive en el SAR, motivada por el crecimiento y desarrollo acelerado de destinos aledaños como Playa del Carmen y la posible construcción del Aeropuerto de la Riviera Maya.</p> <p>Los procesos migratorios han tenido un peso importante en el crecimiento total de la población, solo entre 2006 y 2007 la migración contribuyó en un 54%. Se estima que esta tendencia continuará para 2025.</p> <p>La vocación económica del SAR se orienta hacia las actividades turísticas, ya que posee factores naturales y culturales que representan variables potenciales de crecimiento para lograr atraer la atención del turismo de sol y playa, el ecológico, el cultural y el deportivo en el contexto internacional, cuenta con la riqueza arqueológica, los cenotes, la flora y fauna de su territorio, gran variedad de pueblos indígenas que son fieles exponentes de la cultura maya, excelentes playas, lugares para desarrollar ecoturismo.</p> <p>El turismo se ha consolidado como el eje motor sobre el cual gira la economía de este municipio, por lo que las autoridades municipales señalan</p>	<p>Se estima que para 2025 la tasa de crecimiento se habrá estabilizado en 7.9%.</p> <p>Para 2025 aumentarán las Ha dedicadas a asentamientos humanos a 910.91 Ha; la superficie dedicada a fraccionamientos será de 1,662.73 Ha y la suma de asentamientos humanos e infraestructura será de 4,948.51 Ha. Dentro de un escenario moderado la población en el SAR se incrementará en 1,812 habitantes</p> <p>Las tasas migratorias se mantendrán alrededor del 30% de acuerdo a CONAPO.</p> <p>Con la entrada en función del Aeropuerto de la Riviera Maya y el desarrollo de la infraestructura turística, las actividades del sector terciario se mantendrán como la principal actividad económica en el SAR.</p> <p>El crecimiento de la población del SAR demandará, especialmente para Tulum, mejores vías de comunicación y vivienda tanto del orden vacacional, como para la clase trabajadora del sector turístico y de servicios que se requerirá para atender al turismo. También la dotación de servicios como agua, energía eléctrica, drenaje y urbanización.</p> <p>El crecimiento urbano estará especialmente influenciado por el aumento de la atracción de inversiones turísticas y el incremento, de manera significativa, del ecoturismo, ligado a una política para su atracción.</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

	<p>como uno de sus ejes rectores <i>“establecer las bases para que se den las condiciones favorables para la inversión privada que atrae empresas competitivas de calidad y sustentabilidad....”</i></p> <p>El PMD y el Gobierno Estatal, establecen programas para fortalecer la inversión en el sector turístico para la región.</p>	
<p>Uso de suelo y vegetación</p>	<p>Los escenarios que se presentan en el análisis de la tendencia en el periodo 2005 a 2009, muestra sus cambios que no serán drásticos para los tipos de vegetación identificados en el SAR.</p> <p>En el periodo 2005-2009, en promedio, la selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, manglar y tular, disminuyeron 3%. Para el 2025, habrá un decremento mayor respecto al periodo 2005-2009. Se espera que 15 % de la vegetación sea removida para otros usos del suelo, siendo la selva baja caducifolia la más afectada en porcentaje (36%), en proporción a la superficie que tiene respecto a las otros dos tipos de selva.</p> <p>Las áreas de manglar y tular del SAR, no han sido afectadas.</p> <p>Las áreas sin vegetación aparente han sumado 117 Ha de 2005 a 2009</p> <p>El área de uso agropecuario en el SAR, se incrementó 58% del 2005-2009. La tendencia de los acahuales muestra un incremento de 339 Ha de 2005 a 2009. Este incremento no se debe directamente a la apertura de nuevos sitios para aprovechamientos agropecuarios, quizá más bien a desmontes para otro tipo de suelo, como el de servicios o urbano.</p> <p>La superficie que tiene caminos, carreteras pavimentadas y el derecho de vía de la CFE, solamente se ha incrementado de 427 a 429 Ha de 2005 a 2009.</p> <p>Las áreas de extracción identificadas en el SAR, han abarcado 89 Ha más, en 4 años.</p> <p>El área urbana en el periodo 2005-2009, ha aumentado tres veces en superficie, en lo que respecta a asentamientos humanos, y 5 veces, en el mismo periodo, en el rubro de fraccionamientos. Sin embargo, para este mismo periodo las áreas vegetadas no han sido invadidas por el uso de suelo urbano (asentamientos humanos y fraccionamientos) significativamente.</p> <p>El uso del suelo para asentamientos humanos, fraccionamientos, ha aumentado su superficie 3 y 9 veces respectivamente, hasta el 2009. En el mismo año la superficie infraestructura mixta se mantenía igual que el 2005</p>	<p>El escenario tendencial que se espera para el 2025 sin considerar el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) documento que no es de acceso público en el sitio web del municipio de Tulum, se tiene que:</p> <p>Para el 2025, se espera en promedio un 15% de decremento de la superficie vegetada, debido, entre otros, al aumento de la superficie de uso del suelo urbano.</p> <p>La selva mediana subcaducifolia, que tiene la mayor superficie del SAR, disminuirá en 2,560 Ha del 2009 al 2025. La selva mediana subperennifolia, tendrá un decremento de 1,906 hectáreas, en el mismo periodo.</p> <p>La selva baja caducifolia, es la que tendrá la mayor afectación, en proporción con la superficie que cubre en el SAR. De las 7,487 Ha que se reportan para el 2009, en 15 años, habrá cambio de uso de suelo en 828 hectáreas.</p> <p>El manglar y tular no se verán afectados en superficie. Las áreas agropecuarias disminuirán en 22 hectáreas. Los acahuales en 15 años aumentarán en 494 hectáreas, teniendo un total de 1212 Ha de vegetación secundaria en el SAR</p> <p>El crecimiento de los asentamientos humanos y fraccionamientos e infraestructura mixta, incrementarán su superficie a 3894 hectáreas, en 15 años.</p> <p>La superficie de las áreas sin vegetación aparente, se incrementará en 712 hectáreas, respecto a 2009.</p> <p>Las áreas de extracción identificadas en el SAR, aumentarán 242 Ha en 15 años</p> <p>La superficie que tienen los caminos, carreteras pavimentadas y el derecho de vía de la CFE, tendrá un decremento al 2025 de 18.89 Ha.</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Fijación de Carbono	El área del SAR al 2009 contiene una superficie de 49,147 Ha de selvas y áreas vegetadas. Se estima que hay secuestrado en el suelo y en la vegetación 10,418,403 toneladas de carbono en del SAR al 2009. Se prevé una disminución de la superficie vegetada al 2025 y por tanto una disminución del secuestro de carbono	El secuestro de carbono en el SAR para el 2025, será de 9,483,081 toneladas de carbono en 42,479 Ha de selva, lo que corresponde a un decremento de secuestro de 9% respecto a 2009.
Fauna silvestre	<p>La tendencia de la fauna dentro del SAR 2009-2025 nos señala que la perdida de selvas se prevé en 11 % , la perdida de humedales será de 5 %, mientras que las áreas perturbadas tendrán un incremento superior al 100 % aumentando su superficie a más de doble de la actual. En consecuencia la fauna silvestre experimentara una fuerte reducción en las poblaciones asociadas a las selvas; una muy baja reducción en las poblaciones asociadas a humedales y se espera un incremento substancial en las poblaciones asociadas a las zonas perturbadas en concordancia con los cambios en estos ambientes.</p> <p>La fauna asociada a las selvas será la que se verá más afectada, debido a que este hábitat es el que se ha estado y continuara transformando para el desarrollo del espacio y la actividad del ser humano. Además del efecto directo sobre la reducción de hábitat para poblaciones de animales silvestres, también habrá efectos indirectos. Por consiguiente, se espera un aumento de conflictos entre el hombre y la fauna considerada nociva, así como en los efectos de la fauna doméstica y feral (gatos y perros que han escapado del control domestico) sobre la fauna silvestre.</p> <p>Los cambios de uso de suelo que ocurrirán, con este proyecto y otros mas que se desarrollarán de manera paralela, generaran una reducción del hábitat disponible para el jaguar, y para algunas de sus presas (p. ej pecaríes), aunque no tendrá el mismo efecto para otras especies con ámbitos hogareños pequeños y más tolerantes a la influencia humana.</p>	<p>La tendencia hacia el 2025 apunta a una disminución en la diversidad alfa, beta y gama, aunque el orden de magnitud es variable y difícil de cuantificar debido a los efectos acumulativos del desarrollo turístico que a gran escala se darán alrededor del SAR. En este contexto es importante recordar que a diferencia de la vegetación, la fauna es móvil y no responde a las fronteras geopolíticas o de planeación generadas por el hombre (como el polígono del SAR). El efecto de la reducción del hábitat en un 16% en promedio (más de 5,000 Ha de selvas y 45 Ha de humedales) si bien se puede considerar moderado, en realidad se magnifica por la forma en que se distribuye, conformándose barreras a lo largo de las carreteras, tanto en la Tulum-Coba como en la Cancún-Chetumal, reduciendo el flujo /desplazamiento de un gran número de especies de fauna silvestre, entre las que cabe mencionar al armadillo <i>Dasypus novemcinctus</i>, el venado cola blanca <i>Odocoileus virginianus</i>, al mono araña <i>Ateles geoffroyi</i>, al hocofaisan <i>Crax rubra</i> y al Pavo ocelado <i>Agriocharis ocellata</i>, A consecuencia de la intervención del hombre y de sus mascotas se espera una reducción en las poblaciones de (de lagartijas (<i>Ameiva</i>, <i>Anolis Sceloporus</i> <i>Boa constrictor</i>, la Ardilla Yucateca <i>Sciurus yucatanensis</i> y varias especies de aves Paseriformes. <i>Boa constrictor</i>, etc. A la par con el crecimiento de la zona urbana se favorecerá la proliferación de especies generalistas que se adaptan muy bien a la perturbación, entre ellas destacan las siguientes: Mapaches (<i>Procyon lotor</i>) Tlacuaches (<i>Didelphis virginiana</i>) e Iguanas de roca (<i>Ctenosaura similis</i>) y el halcón (<i>Falco ruficularis</i>). En el caso del jaguar, que se estima que el número actual de individuos (15 a 20), en el SAR se reduzca por perdida de hábitat y por la disminución en la abundancia de sus presas (venado temazate <i>Mazama pandora</i> y el pecarí de</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

		collar Pecari tajacu), lo cual resultara en un número que oscilara entre 11 y 16 animales..
Suelo	En el presente, la erosión total promedio es de aproximadamente 6.8 ton/(Ha*año). El acelerado crecimiento urbano ha abierto zonas dentro de la vegetación conservada, tipificadas como "fraccionamientos", que son grandes áreas de despalme donde se ofertan terrenos para su venta. Los tipos de vegetación afectados han sido la selva mediana subcaducifolia y la selva baja caducifolia. Actualmente se erodan potencialmente 344,759.5 ton/año y en el 2025 se espera un aumento hasta de 372,134.4 ton/año.	Para el 2025 se espera un incremento de hasta 7.34 ton/(Ha*año) en promedio, equivalente a 372,134.4 ton/año. Lo anterior significa un aumento de 8% en el mencionado período de tiempo. Se espera una disminución de la superficie de zonas de pastizales y potreros que se recuperarán hasta conformar vegetación secundaria, lo anterior, en las cercanías de la Laguna Madera y al sur del actual basurero municipal, al sur de la carretera Tulum-Coba Estas áreas se localizarán en la nanocuenca Captación centro, al poniente de la carretera Chetumal-Cancún, al oriente de la Laguna La Unión y al sur del pueblo de Tulum.
Infiltración	En el presente se calculan 11.4 mm/año (5.8 Mm3) mientras que al 2025 se esperan 4.4Mm3. Los sitios amenazados son la nanocuenca Captación centro, por los asentamientos humanos, y las zonas cercanas del sistema de cuevas Ox Bel Ha a la carretera ChetumalCancún, y el pueblo de Tulum.	Para el 2025 se espera una recarga promedio de 8.7 mm/año en todo el SAR (4.4 Mm3). Esta disminución en la recarga constituye una pérdida del 24%, es decir, 1.4 Mm3 por año. Las principales afectaciones dentro del SAR se darán alrededor de la nanocuenca Madera Sur, por el proyecto Aeropuerto Internacional Riviera Maya, sobre las nanocuevas Aeropuerto, Captación norte, Aeropuerto oriente y Madera.
Escorrimento	En el presente, el escurrimiento calculado es de 166 mm/año y la mayor parte de él, se concentra en el flanco poniente de la carretera Chetumal-Cancún, así como en las zonas urbanizadas y fraccionadas, incluyendo las que se encuentran en la carretera Tulum-Coba. En el presente escurre un total de 84.2 Mm3.	El escurrimiento superficial al 2025 será de 220 mm/año en promedio dentro del SAR, lo que significa un aumento de 54 mm/año o 32%. El volumen de escurrimiento esperado es de 111.5 Mm3. Las principales zonas que contribuirán al incremento del escurrimiento son el Aeropuerto Internacional Riviera Maya, que alimentaría a la nanocuenca Madera sur; la zona sur del Km 221 de la carretera Chetumal-Cancún que se ocuparía por asentamientos humanos y por último, la zona sur del pueblo de Tulum, que crecería hacia el sistema de cuevas Ox Bel Ha y de los cenotes Barrier, Moonpod y Odyssey. El aumento del escurrimiento se deberá al incremento en la superficie de suelos desnudos o desprovistos de vegetación, como los despalmes para fraccionamientos o las mismas construcciones de asentamientos humanos o desarrollos turísticos.
Diagnostico	Las zonas muy perturbadas tenderán a crecer, ya que dependen en buena parte del crecimiento urbano; este crecimiento será a costa sobre todo de las	Las zonas muy perturbadas ocuparán un área de 8,094.45 Ha (se ganaron 5,702.65 Ha) lo que corresponde al 15.97% del

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

<p>zonas consideradas conservadas y muy conservadas, por lo que el balance para estas zonas será negativo.</p>	<p>SAR (en 2009 ocupaban el 4.72%, lo que representa un incremento dramático). Las zonas conservadas ocuparán un área de 7,323.63 Ha (se perdieron 904.15 Ha) lo que corresponde al 14.44% del SAR (en 2009 ocupaban el 16.23%). Las zonas muy conservadas ocuparán un área de 35,282.22 Ha (se perdieron 4,798.50 Ha) lo que corresponde al 69.59% del SAR (en 2009 ocupaban el 74.05%).</p>
--	---

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VII.2 Escenario tendencial con el proyecto

Para evaluar el escenario tendencial del SAR con proyecto, al escenario tendencial de 2025 sin proyecto se le agregó la liberación del derecho de vía de la carretera y se consideraron solo 3 accesos a ella, por lo que solo se contempla la construcción del Libramiento a Tulum, Q. Roo con una longitud de 26 km con un ancho de calzada de 7 m, un ancho de corona de 12 m y acotamientos de 2.5 m. Se siguió entonces la metodología descrita en el punto IV.4.1 (Capítulo IV); para lo que se utilizó el algoritmo CA_Markov, incluido en el programa de cómputo IDRISI. El algoritmo utiliza cadenas Markovianas que permiten calcular la probabilidad de cambio de una clase a otra con base en la matriz de cambios de un cierto lapso. La idea subyacente es que los cambios observados en un periodo de tiempo tienen tendencia a repetirse en un periodo posterior (Paegelow et al., 2003). Se genera una matriz de transición que toma en cuenta la matriz de un momento inicial (el uso del suelo y vegetación 2020) y la de uno siguiente (el uso del suelo y vegetación del 2020 con proyecto).

La matriz de transición permite el cálculo de cuáles serán las superficies de cada clase de usos del suelo en el año 2020 si las tendencias lineales del periodo 1993-2005 prosiguieran (se utilizó en el escenario tendencial sin proyecto). Se siguió entonces la metodología descrita en el punto IV.4.1; utilizando las tendencias del escenario 2005 al 2009 y extrapolando al escenario 2025 con proyecto.

Los escenarios tendenciales al 2025 con o sin proyecto son muy similares, debido a que el escenario tendencial, obedece a procesos que se van dando desde hace décadas y que son difíciles de revertir, no obstante, ambos escenarios pueden diferir sobre todo al aumento en la accesibilidad, aunque el cambio no es tan abrupto por las limitaciones que impone el POET; en el escenario también se incluyen los impactos significativos de la construcción del Libramiento a Tulum sobre el SAR. Por lo tanto, los impactos del proyecto hacia el SAR serán entonces aquellas diferencias entre los escenarios tendenciales al 2025 con y sin proyecto, tal como se describe a continuación (Tabla 3).

Tabla 3 Comparativo de áreas entre los escenarios tendenciales con y sin proyecto

Uso de suelo o tipo de vegetación	2025 (sup. Ha)	2025 con proy. (sup. Ha)	Diferencial	% de pérdida o ganancia
Asentamiento humano	910.91 Ha	1010.33 Ha	99.42 Ha	0.11%
Fraccionamiento	1,662.73 Ha	2,710.07 Ha	1,047.3 Ha	0.63%
Camino	274.37 Ha	272.5 Ha	-1.8 Ha	-0.01%
Carretera pavimentada	78.22 Ha	143.02 Ha	64 Ha	0.83%
Derecho de vía (CFE)	57.9 Ha	57.82 Ha	-0.0 Ha	0.00%
Infraestructura mixta	1,964.38 Ha	1,964.38 Ha	Sin cambios	0.00%
Cenote	15.04 Ha	14.96 Ha	Sin cambios	-0.01%
Cuerpo de agua	86.83 Ha	86.83 Ha	Sin cambios	0.00%
Manglar	61.92 Ha	61.92 Ha	Sin cambios	0.00%

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tular	602.93 Ha	601.84 Ha	-1.0 Ha	0.00%
Selva baja caducifolia	1,129.21 Ha	1,003.16 Ha	-126.0 Ha	-0.11%
Selva baja caducifolia inundable	5,529.57 Ha	5,522.46 Ha	-7.1 Ha	0.00%
Selva mediana subcaducifolia	20,405.63 Ha	20,202.57 Ha	-203.0 Ha	-0.01%
Selva mediana subperennifolia	14,876.59 Ha	14,609.68 Ha	-266.9 Ha	-0.02%
Sitio de extracción	433.78 Ha	324 Ha	-109.7 Ha	-0.25%
Uso agropecuario	461.39 Ha	313.84 Ha	-147.5 Ha	-0.32%
Vegetación secundaria (acahuales mixtos)	1,212.54 Ha	1,029.55 Ha	-182.9 Ha	-0.15%
Zona inundable sin vegetación	72.25 Ha	72.09 Ha	-0.1 Ha	0.00%
Zona sin vegetación aparente	864.11 Ha	699.28 Ha	-164.8 Ha	-0.19%

Como era de esperarse, el mayor crecimiento de uso de suelo son los fraccionamientos, que desde el tendencial sin proyecto se esperaba fuera ese su comportamiento, hacia la expansión, en relación al escenario tendencial sin proyecto, los fraccionamientos ganarán un 0.63% de la superficie esperada en el tendencial sin proyecto. Consideramos que el aeropuerto, el libramiento y las demás obras que se están haciendo en Tulum, es debido a la espera de un crecimiento de la población de tipo exponencial, como sucedió en su vecino Playa del Carmen, dicho crecimiento se espera sobre todo en perjuicio de la SBC (que perderá el 0.11% de la superficie esperada sin proyecto), de los sitios de extracción (0.25%), vegetación secundaria (0.15%) y de la zona sin vegetación existente; el cambio de uso de suelo se dará sobre todo en áreas perturbadas, si se cumple las políticas señaladas por el POET Cancún – Tulum, si esté cambiará, también el escenario tendencial.

De acuerdo al análisis y proyecciones realizadas con respecto al cambio de uso de suelo, se puede inferir que para 2025 aumentarán las hectáreas dedicadas a asentamientos humanos de 108.42 Ha a 910.91 Ha, entre 2009 y 2025. El crecimiento anual de la población en Quintana Roo es de 4.10%, por lo que se convierte en el estado con mayor crecimiento a nivel nacional, teniendo a Tulum con la segunda ciudad con la tasa más alta poblacional en toda Latinoamérica, con un 13.88%, se estima que para 2025 esta tasa se estabilice en 7.9%, que sigue estando por encima de la estatal y la nacional. Para el caso de la población el SAR, actualmente sólo se reporta la presencia de 33 personas, sin embargo las autoridades municipales reportan una población flotante de entre 500 y 1,500 personas que visitan la zona para desarrollar actividades de ecoturismo, principalmente.

Para 2025 se estima que dentro de un escenario moderado la población se incremente a cerca de dos mil habitantes, sin embargo ello dependerá del cumplimiento que se haga del OET, y de los cambios o modificaciones que este sufra en los próximos 15 años, ya que actualmente se elabora el Ordenamiento de Tulum y pueden variar las restricciones vigentes que permiten una casa por hectárea. Tanto la construcción del libramiento como del Aeropuerto provocarán un efecto sinérgico, que derivará en el incremento sustancial de la población y la necesidad de mayor infraestructura que atienda las necesidades del

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

incremento en el TDPA y las necesidades que genera la infraestructura aeroportuaria, por lo que se estima que el crecimiento de la población en el SAR, será muy superior al que se espera en un escenario moderado.

En el escenario tendencial también se nota un incremento en la infraestructura en general si se compara con el escenario sin proyecto; esto se debe a la sinergia que ocasionará el proyecto en el sector servicios. El rubro carretera pavimentada fue el que más creció con el 83% y se debe precisamente a la construcción de este libramiento, además de otras avenidas que se tienen proyectadas en Tulum en el área que entra en el SAR.

Las selvas secas (con excepción de la SBC) sufrirán pocos cambios si se compara con el escenario tendencial sin proyecto, no obstante todas las modificaciones se refieren a la pérdida de área frente asentamientos humanos, infraestructura de servicios y fraccionamientos; de esta forma se espera una pérdida total de selvas secas en 603.13 Ha.

Las selvas inundables, los manglares, tulares y en general cuerpos de agua y zonas inundables, no se esperan cambios, porque en el modelo se presupone que se cumplirá con lo que señala la legislación vigente, incluido el POET Cancún – Tulum, que protege estrictamente estas áreas.

Entonces aunque se espera un crecimiento que es sinérgico con el escenario tendencial sin proyecto, de los fraccionamientos, infraestructura urbana y de servicios y asentamientos humanos en general; según el escenario tendencial ese crecimiento será sobre áreas ya perturbadas, debido a que la normatividad ambiental así lo señala y porque el PDU de Tulum no abarca la mayor parte del SAR.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

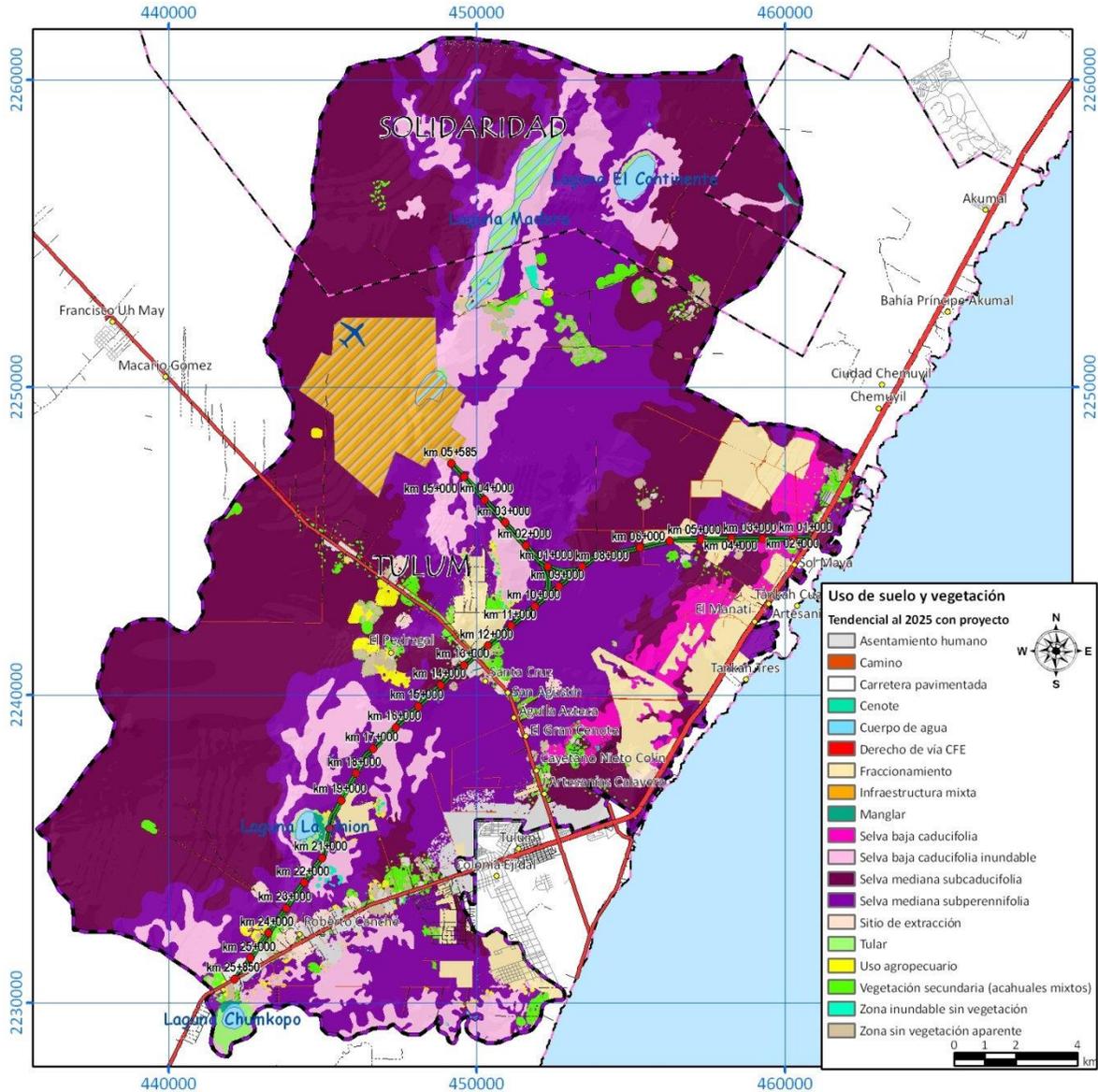


Figura 3 USV tendencial al 2025 con proyecto

Uno de los reflejos en el cambio de USV más inmediato es en la captura de carbono, habrá una pérdida en la captura de 15,362.5 mgC/año en el SAR; lo que se traduce en el 0.15% de lo que se capturaría en el escenario tendencial sin proyecto. Las variaciones se muestran en la figura 4 donde se puede observar los comparativos de los escenarios sin proyecto en el tiempo con los tendenciales con proyecto y sin proyecto. Los rangos que más disminuirán de captura de Carbono serán 201-300 mgC por la pérdida de vegetación forestal. Las áreas que más carbono captan seguirán sin cambios, al igual que las que menos captan.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

En lo que refiere a la composición de comunidades faunísticas se notará un incremento en la población de especies generalistas (ratones, tlacuaches, tejones, ardillas, conejos, mapaches, etc.) hacia el interior de los ecosistemas conservados de forma gradual, esto debido a la pérdida de 603.13 Ha de elementos forestales en los próximos 25 años. Este reacondicionamiento será de forma gradual, lo que permitirá a las poblaciones establecerse y aumentar sus rangos de distribución. La presencia de especies generalistas dentro de las regiones conservadas no modifica la estructura de la diversidad regional, debido a que para estas regiones se considera la distribución de estos especímenes en bajas cantidades, por otro lado el aumento de estas poblaciones promovería la sobrevivencia de distintas especies, en particular de los felinos (puma, jaguar, ocelote y tigrillo), ya que las especies generalistas (por reproducirse de manera más rápida y ser menos ágiles) formarían parte de la dieta de estos carnívoros, lo que permitiría tener un control natural sobre las poblaciones de estas especies y a su vez permitir la recuperación de otras, ya que no estarían sujetas a la depredación. En el caso de las rutas faunísticas que convergen con el cuerpo del libramiento se debe precisar que serán eliminadas, esto debido a que dicha carretera formará una barrera que evitará la dispersión de una gran variedad de especies, particularmente vertebrados terrestres (mamíferos, reptiles y anfibios), y a su vez impactará sobre las poblaciones de diversas especies, debido a que se generan muertes por atropello, en este caso se estima la pérdida de aproximadamente 1,600 individuos por atropello durante los primeros 18 meses de operación del trazo, posteriormente el índice reducirá hasta 700 individuos al año (entre iguanas, zorros, tejones, mapaches, zorrillos, lagartijas, ratones), esto se debe a que durante los primeros 18 meses las especies buscarán el restablecer sus rutas hacia la zona costera a través de las zonas donde el diseño de la carretera haya previsto la construcción sobre pilotes o losas según estudio geofísico. El índice de atropellamiento mencionado previamente, no pone en riesgo la viabilidad de las especies en la región, sin embargo causará una disminución importante durante los procesos de dispersión en diferentes épocas del año. En el caso de las selvas inundables, manglares, tulares y cuerpos de agua, no se esperan cambios en la estructura de las comunidades, porque no se ejercerá presión sobre estos ecosistemas, debido a los criterios de conservación de la legislación vigente (el POET Cancún – Tulum, protege estrictamente estas áreas).

En cuanto al medio físico también se esperan algunas modificaciones; la infiltración en el SAR disminuirá 8,112 m/año que corresponde al 0.18% de lo que se infiltraría sin proyecto; se debe sobre todo a las zonas que quedarán impermeables por el crecimiento de fraccionamientos y de los pueblos existentes, así como de la infraestructura nueva. Por otro lado la erosión total aumentará en 5,630.73 ton/año en el SAR, lo que corresponde al 1.51% de aumento de lo que se esperaría sin carretera; esta modificación se debe a la sinergia

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

del trazo que tendría para el desmonte de áreas con acahuales y vegetación primaria; ya que si actualmente existe especulación de las tierras en el municipio de Tulum, se espera que con el libramiento, crezca en su entorno.

La accesibilidad es de los factores que más sufrirá cambios, y se debe principalmente a la construcción del libramiento; toda esa área quedará accesible, aunque la carretera va a ser cerrada, cercada y sin accesos; existe un riesgo de que con el tiempo las políticas cambien. Es por ello que la conservación del SAR se tiene que dar de manera conjunta entre las diferentes instancias de gobierno y básicamente recae sobre el nuevo ordenamiento ecológico del municipio de Tulum.

Debido a los cambios esperados para los diferentes factores ambientales del SAR, también se espera los haya en el diagnostico ambiental, por lo que se volvió aplicar la metodología que se utilizó para el diagnóstico del SAR actual y tendencial sin proyecto. Se espera por el proyecto una variación con respecto al escenario tendencial sin proyecto, las áreas conservadas y frágiles, perderán un 1.87%, mientras que en las muy conservadas y muy frágiles un 1.35% de su superficie, con respecto al escenario tendencial sin proyecto. La pérdida de estas superficies será ganada por las áreas muy perturbadas; el cambio se deberá principalmente al efecto del trazo sobre los terrenos vecinos o efecto borde de la carretera, donde al derecho de vía de 196.2 Ha, se le sumará la afectación de 408.02 Ha por la sinergia de la carretera que favorecerá la especulación de tierra y por lo tanto el cambio de uso de suelo a favor del crecimiento de fraccionamientos e infraestructura que formarán parte de las áreas muy perturbadas.

Tabla 4 Comparativo del escenario Tendencial diagnóstico con y sin proyecto

Tendencial	Tendencial sin proyecto	Tendencial con proyecto	Variación	% de cambio
Conservado y frágil	7,323.63 Ha	7,189.38 Ha	-134.25 Ha	-1.87%
Muy conservado y muy frágil	35,282.22 Ha	34,812.25 Ha	-469.97 Ha	-1.35%
Muy perturbado y resistente	8,094.45 Ha	8,698.67 Ha	604.22 Ha	6.95%

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

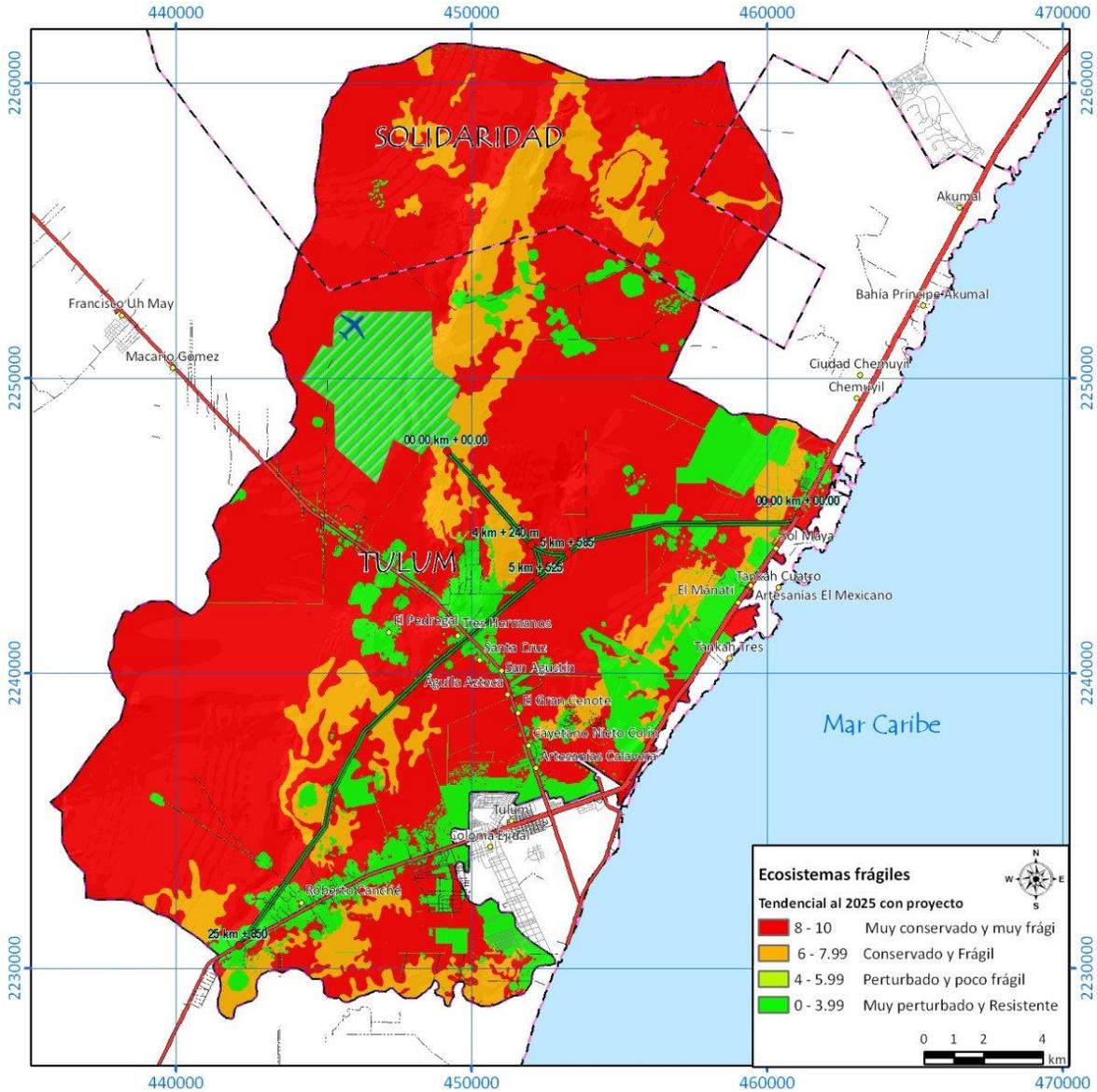


Figura 4 Mapa diagnóstico tendencial al 2025 con proyecto

En la Tabla VII.5, se presenta un resumen de lo expuesto en párrafos anteriores se describe la afectación, la tendencia sin proyecto y con proyecto, relacionando de esta forma un escenario a 15 años si las tendencias no fueran modificadas.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 5 Descripción de los impactos del SAR integrando los ocasionados o agravados por el proyecto

Factor Ambiental	Escenario tendencial a 15 años sin proyecto	Escenario tendencial al 2025 con proyecto
Socioeconómico	<p>Se estima que para 2025 la tasa de crecimiento se habrá estabilizado en 7.9%.</p> <p>Para 2025 aumentarán las Ha dedicadas a asentamientos humanos a 910.91 Ha; la superficie dedicada a fraccionamientos será de 1,662.73 Ha y la suma de asentamientos humanos e infraestructura será de 4,948.51 Ha.</p> <p>Dentro de un escenario moderado la población en el SAR se incrementará en 1,812 habitantes</p> <p>Las tasas migratorias se mantendrán alrededor del 30% de acuerdo a CONAPO.</p> <p>Con la entrada en función del Aeropuerto de la Riviera Maya y el desarrollo de la infraestructura turística, las actividades del sector terciario se mantendrán como la principal actividad económica en el SAR.</p> <p>El crecimiento de la población del SAR demandará, especialmente para Tulum, mejores vías de comunicación y vivienda tanto del orden vacacional, como para la clase trabajadora del sector turístico y de servicios que se requerirá para atender al turismo. También la dotación de servicios como agua, energía eléctrica, drenaje y urbanización.</p> <p>El crecimiento urbano estará especialmente influenciado por el aumento de la atracción de inversiones turísticas y el incremento, de manera significativa, del ecoturismo, ligado a una política para su atracción.</p>	<p>Impacto 8. Agilización del transporte a través del eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa; conexión con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso y con la frontera Sur, a través de la redistribución del tránsito local, turístico y foráneo. Es sinérgico.</p> <p>Se estima que la tasa de crecimiento se estabilizará en 7.9% manteniéndose muy por encima de la tasa estatal y nacional, se incrementarán las hectáreas dedicadas a los asentamientos humanos y servicios, de manera moderada, en tanto no haya modificaciones al OET regional y Plan de Desarrollo Municipal o se decrete un ordenamiento local.</p> <p>Con la entrada en función del Aeropuerto y el libramiento se incrementará la actividad económica turística y de servicios. Por lo que se estima que se construirá mayor infraestructura turística y de servicios.</p> <p>Habrà una modificación importante en las vías de comunicación; la cabecera municipal se verá liberada de vehículos que no tienen como destino final esa ciudad y con ello dará paso a recibir de manera más cómoda al turismo nacional e internacional que visita ese destino.</p>
Uso de suelo y vegetación	<p>El escenario tendencial que se espera para el 2025 sin considerar el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) documento que no es de acceso público en el sitio web del municipio de Tulum, se tiene que:</p> <p>Para el 2025, se espera en promedio un 15% de decremento de la superficie vegetada, debido, entre otros, al aumento de la superficie de uso del suelo urbano.</p> <p>La selva mediana subcaducifolia, que tiene la mayor superficie del SAR, disminuirá en 2,560 Ha del 2009 al 2025. La selva mediana subperennifolia, tendrá un decremento de 1,906 hectáreas, en el mismo período.</p>	<p>Impacto 4 Pérdida de 39.606 Ha de vegetación forestal durante el desmonte y afectación a 7 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Este impacto es acumulativo con el cambio de uso de suelo tendencial del SAR.</p> <p>Durante el desmonte se perderá de forma definitiva un aproximado de 39,937 árboles afectados que juntos generarán un volumen de 17,713.4 m3 de madera en unidades RTA, que se distribuyen en 39.606 Ha. La distribución del desmonte es: de la selva baja 1.258 Ha, de la selva inundable se desmontará 3.694 Ha, de la Selva mediana subcaducifolia 8.16 Ha y de la selva mediana</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

	<p>La selva baja caducifolia, es la que tendrá la mayor afectación, en proporción con la superficie que cubre en el SAR. De las 7,487 Ha que se reportan para el 2009, en 15 años, habrá cambio de uso de suelo en 828 hectáreas.</p> <p>El manglar y tular no se verán afectados en superficie. Las áreas agropecuarias disminuirán en 22 hectáreas. Los acahuales en 15 años aumentarán en 494 hectáreas, teniendo un total de 1,212 Ha de vegetación secundaria en el SAR</p> <p>El crecimiento de los asentamientos humanos y fraccionamientos e infraestructura mixta, incrementarán su superficie a 3,894 Ha, en 15 años.</p> <p>La superficie de las áreas sin vegetación aparente, se incrementará en 712 Ha, respecto a 2009.</p> <p>Las áreas de extracción identificadas en el SAR, aumentarán 242 Ha en 15 años</p> <p>La superficie que tienen los caminos, carreteras pavimentadas y el derecho de vía de la CFE, tendrá un decremento al 2025 de 18.89 Ha.</p>	<p>subperennifolia 25.508 Ha.</p> <p>Esta pérdida se suma a las 604.22 Ha que el escenario con proyecto indica se perderán en el SAR de vegetación forestal, por la sinergia que llevaría la obra.</p>
<p>Fijación de Carbono</p>	<p>El secuestro de carbono en el SAR para el 2025, será de 9,483,081 toneladas de carbono en 42,479 Ha de selva, lo que corresponde a un decremento de secuestro de 9 % respecto a 2009.</p>	<p>Impacto 4. Pérdida de 39.606 Ha de vegetación forestal durante el desmonte y afectación a 7 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Es acumulativo con la fijación de carbono. Se espera un decremento en el secuestro de Carbono del 0.15% extras de lo señalado en el escenario tendencial sin proyecto.</p>
<p>Fauna silvestre</p>	<p>La tendencia hacia el 2025 apunta a una disminución en la diversidad alfa, beta y gama, aunque el orden de magnitud es variable y difícil de cuantificar debido a los efectos acumulativos del desarrollo turístico que a gran escala se darán alrededor del SAR. En este contexto es importante recordar que a diferencia de la vegetación, la fauna es móvil y no responde a las fronteras geopolíticas o de planeación generadas por el hombre (como el polígono del SAR).</p> <p>El efecto de la reducción del hábitat en un 16% en promedio (más de 5,000 Ha de selvas y 45 Ha de humedales) si bien se puede considerar moderado, en realidad se magnifica por la forma en que se distribuye, conformándose barreras a lo largo de las carreteras, tanto en la Tulum-Coba como en la Cancún-Chetumal, reduciendo el flujo /desplazamiento de un gran número de especies de fauna</p>	<p>Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre. Es sinérgico Aun con la carretera, no existirá una modificación gama. La biodiversidad alfa será directamente afectada en una superficie de 603.13 Ha, donde el proyecto solo afectará el 1.5% de esta superficie, el resto es el área calculada para las tendencias del SAR sin proyecto. De forma indirecta también será modificada la biodiversidad alfa por efecto de introducción de especies de borde (que comúnmente son generalistas); esto ocasionará a su vez una alteración en la biodiversidad beta, que compara las comunidades vecinas.</p> <p>Aunado a esto la carretera creará un efecto barrera, que será importante en una superficie de 322 Ha por ser áreas; para 15 especies de amplio desplazamiento (Tabla V.6), se considera que</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

	<p>silvestre, entre las que cabe mencionar al armadillo <i>Dasypus novemcinctus</i>, el venado cola blanca <i>Odocoileus virginianus</i>, al mono araña <i>Ateles geoffroyi</i>, al hocofaisan <i>Crax rubra</i> y al Pavo ocelado <i>Agriocharis ocellata</i>, A consecuencia de la intervención del hombre y de sus mascotas se espera una reducción en las poblaciones de (de lagartijas (<i>Ameiva</i>, <i>Anolis Sceloporus Boa constrictor</i>, la Ardilla Yucateca <i>Sciurus yucatanensis</i> y varias especies de aves Paseriformes. <i>Boa constrictor</i>, etc. A la par con el crecimiento de la zona urbana se favorecerá la proliferación de especies generalistas que se adaptan muy bien a la perturbación, entre ellas destacan las siguientes: Mapaches (<i>Procyon lotor</i>) Tlacuaches (<i>Didelphis virginiana</i>) e Iguanas de roca (<i>Ctenosaura similis</i>) y el halcón (<i>Falco ruficularis</i>). En el caso del jaguar, que se estima que el número actual de individuos (15 a 20), en el SAR se reduzca por pérdida de hábitat y por la disminución en la abundancia de sus presas (venado temazate <i>Mazama pandora</i> y el pecarí de collar <i>Pecari tajacu</i>), lo cual resultara en un número que oscilara entre 11 y 16 animales.</p>	<p>podría afectarse hasta el 20% del SAR. Otra afectación que se potencializará con la carretera es el ruido y la luz que intensifican el efecto de borde, se espera que este fenómeno afectará a la población de 46 especies en una superficie de 138 Ha (corresponde hasta 100 m carretera adentro de los sitios considerados conservados). La última afectación que no se considera significativa por si misma, pero al agruparla con el resto lo es. Se refiere al riesgo de la fauna de ser atropellada, en la que se estima un índice de atropellamiento de 700 individuos al año durante el periodo de operación del trazo.</p>
Suelo	<p>Para el 2025 se espera un incremento de hasta 7.34 ton/(Ha*año) en promedio, equivalente a 372,134.4 ton/año. Lo anterior significa un aumento de 8% en el mencionado período de tiempo. Se espera una disminución de la superficie de zonas de pastizales y potreros que se recuperarán hasta conformar vegetación secundaria, lo anterior, en las cercanías de la Laguna Madera y al sur del actual basurero municipal, al sur de la carretera Tulum Coba Estas áreas se localizarán en la nanocuenca Captación centro, al poniente de la carretera Chetumal-Cancún, al oriente de la Laguna La Unión y al sur del pueblo de Tulum.</p>	<p>Impacto 3.- Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén. Es acumulativo. Por el despalme se perderá un volumen de 155,652 m3 de suelo. La erodabilidad total del SAR aumentará en 5,630.73 ton/año en el SAR, lo que corresponde al 1.51% de la erosión esperada en el tendencial sin proyecto.</p>
Infiltración	<p>Para el 2025 se espera una recarga promedio de 8.7 mm/año en todo el SAR (4.4 Mm3). Esta disminución en la recarga constituye una pérdida del 24%, es decir, 1.4 Mm3 por año. Las principales afectaciones dentro del SAR se darán alrededor de la nanocuenca Madera Sur, por el proyecto Aeropuerto Internacional Riviera Maya, sobre las nanocuecas Aeropuerto, Captación norte, Aeropuerto oriente y Madera.</p>	<p>Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos. Acumulativo. En el 2020 en el SAR con proyecto espera que se infiltre un volumen de 39,604,997 mm/año, lo que se traduce en una reducción de 33,557 mm/año, lo que corresponde al 0.08% de la recarga actual.</p>
Escurrimiento	<p>El escurrimiento superficial al 2025 será de 220 mm/año en promedio dentro del SAR, lo que significa un aumento de 54</p>	<p>Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

	<p>mm/año o 32%. El volumen de escurrimiento esperado es de 111.5 Mm3. Las principales zonas que contribuirán al incremento del escurrimiento son el Aeropuerto Internacional Riviera Maya, que alimentaría a la nanocuenca Madera sur; la zona sur del Km 221 de la carretera Chetumal-Cancún que se ocuparía por asentamientos humanos y por último, la zona sur del pueblo de Tulum, que crecería hacia el sistema de cuevas Ox Bel Ha y de los cenotes Barrier, Moonpod y Odissey.</p> <p>El aumento del escurrimiento se deberá al incremento en la superficie de suelos desnudos o desprovistos de vegetación, como los despalmes para fraccionamientos o las mismas construcciones de asentamientos humanos o desarrollos turísticos.</p>	<p>accidental de hidrocarburos. Acumulativo.</p> <p>Se espera un volumen de escurrimiento en el SAR con proyecto para el 2025 de 8,112 mm/año, lo que significa una disminución del 0.18%, debido a la impermeabilización que significa la carpeta asfáltica. Y la sinergia que hay con la especulación de la tierra en la región y apertura de nuevos fraccionamientos e infraestructura.</p>
<p>Diagnóstico</p>	<p>Las zonas muy perturbadas ocuparán un área de 8,094.45 Ha (se ganaron 5,702.65 Ha) lo que corresponde al 15.97% del SAR (en 2009 ocupaban el 4.72%, lo que representa un incremento dramático).</p> <p>Las zonas conservadas ocuparán un área de 7,323.63 Ha (se perdieron 904.15 Ha) lo que corresponde al 14.44% del SAR (en 2009 ocupaban el 16.23%).</p> <p>Las zonas muy conservadas ocuparán un área de 35,282.22 Ha (se perdieron 4,798.50 Ha) lo que corresponde al 69.59% del SAR (en 2009 ocupaban el 74.05%).</p>	<p>Las zonas muy perturbadas ocuparán un área de 8,698.67 Ha; las zonas conservadas ocuparán un área de 34,812.25 Ha; y las zonas muy conservadas ocuparán un área de 7,189.38 Ha</p> <p>Se espera por el proyecto una variación con respecto al escenario tendencial sin proyecto, las áreas conservadas y frágiles, perderán un 1.87%, mientras que las muy conservadas y muy frágiles un 1.35% de su superficie, con respecto al escenario tendencial sin proyecto.</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VII.3 Escenario tendencial con el proyecto y medidas de mitigación de impactos

Como se ha venido señalando, el escenario tendencial con proyecto y sin proyecto es muy parecido, ya que los procesos de cambio que modifican el SAR son procesos sociales y económicos que llevan una sinergia de su pasado y se suman a los fenómenos que se espera sigan sucediendo en un futuro; el factor ambiental que se identificó como más influenciado por el trazo fue la fauna silvestre, cuyo impacto se verá muy reducido y el escenario con MM para la fauna, tenderá a parecerse más al que no contempla proyecto; debido a la aplicación de la MM2 y en mayor medida por la aplicación de lo planteado en la MM5 que se trata de construcción de pasos de fauna en las zonas donde se identificaron áreas de inundación periódica y en las rutas identificadas durante la caracterización; los puentes que se construirán en zonas inundables tendrán un doble propósito, uno es dejar sin alteración alguna la hidrodinámica del lugar y la otra que funjan como pasos de fauna mediana y grande; así como sus presas; ya que dichos sitios coinciden con la falla Holbox que por la disponibilidad de agua todo el año, es a su vez la principal ruta faunística identificada en la región.

De forma que, después de su implementación los cuatro impactos adversos significativos identificados en el Capítulo V, 2 pasaron a bajos lo que los clasifica como no significativos; paso de la categoría de muy alto a moderado y el otro impacto de Alto a moderado; estos dos impactos siguen siendo significativos adversos; el más alto de ellos con una significancia de 0.487 se debe a la afectación a la fauna durante la preparación de sitio, construcción del cuerpo del terraplén y operación del trazo en general. Los dos impactos benéficos no fueron mitigados, por lo que pasan con la misma significancia como impactos residuales del SAR con proyectos y medidas de mitigación, pues mejoran perceptiblemente la agilización del transporte de bienes y personas cuyo destino no es la ciudad de Tulum, además de desahogar el tránsito de vehículos en el centro de población Tulum, que al verse atravesado por la principal vía de comunicación entre Cancún y Chetumal ya presenta asentamientos considerables, provocados principalmente por vehículos de carga y evitar accidentes, destrucción de calles, cruce de sustancias peligrosas, contaminación por gases y ruidos.

Así, después de aplicadas las medidas de mitigación, el resultado son 5 impactos adversos residuales del proyecto 3 en la categoría de bajos (Tabla VII.6) estos son impactos no significativos según el método multicriterio aplicado y dos impactos moderados considerados significativos. Además de los 2 impactos residuales benéficos en la categoría de alto y muy alto respectivamente.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 6 Impactos residuales adversos del proyecto

Impacto	Sin MM	Categoría sin MM	MM aplicables	% en que la MM logra reducir	Con MM	Categoría del impacto residual
Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos	0.569	Moderado	MM1 MM4 y MM6	40%	0.341	Bajo
Impacto 3. Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén	0.454	Moderado	MM4 y MM6	40%	0.273	Bajo
Impacto 4 Pérdida de 39.606 ha de vegetación forestal durante el desmonte, incluye la afectación de 7 especies incluidas en la NOM059-SEMARNAT-2010	0.748	Alto	MM3 y MM6	40%	0.449	Moderado
Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre	1.217	Muy alto	MM2, MM5 y MM6	60%	0.487	Moderado
Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos	0.814	Muy alto	MM1, MM4 y MM6	60%	0.326	Bajo

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos Las nivelaciones en el caso del Libramiento a Tulum, será un relleno de por lo menos 1 m de alto sobre el terreno natural. Ese material será compactado, al 80% de su volumetría, por lo que en 55.59 ha se dejará de infiltrar el agua a partir de las nivelaciones.

Durante máximo seis meses el agua caerá sobre las bases, remojará el material y se evaporará en su gran mayoría. La superficie que quedará impermeabilizada durante ese periodo corresponde al 0.08% del SAR, en esa superficie se dejará de infiltrar en seis meses 3,677.95 m de agua. Según el modelo de infiltración, si en el SAR se infiltra 5.8 Mm³, se dejaría de infiltrar en 55.59 ha durante máximo 6 meses (hasta la colocación de pavimento, cunetas y lavaderos) el 0.0013% de lo que se infiltra en el SAR en ese periodo de tiempo.

Esta parte del impacto no fue mitigada in situ, no obstante por la aplicación de la MM6, se reforestarán 70.68 Ha que corresponde al 0.14% del SAR; en 8 años en dicha área se reducirá a menos de la mitad la evaporación, por lo que se incrementará la infiltración en aproximadamente 12,872.82 m³ al año, considerando que se reduce la evaporación al 50% del que se tiene actualmente, por lo que en el tiempo el impacto del agua que se deje de infiltrar en el SAR queda anulado por la MM6.

Otra modificación que se da en este rubro, es la pérdida de infiltración en el área entre línea de ceros por la construcción del cuerpo del terraplén, esta pérdida empieza desde el desmonte, después durante las nivelaciones y es absoluta con la construcción de la carpeta asfáltica. Una vez que se dé el tendido de subrasante, bases y carpeta asfáltica, quedará una superficie impermeable de 65.4 ha, el agua que caiga en dicho sitio se evaporará cerca de un 30%, el resto escurrirá y tenderá a infiltrarse en los terrenos vecinos, esto es más dinámico una vez construidas las cunetas, contracunetas y lavaderos. La pérdida de agua por evaporación se compensará también por la reducción de la evaporación en 70.68 ha por la reforestación.

El agua que dejará de infiltrarse debido al cuerpo del terraplén y el resto de las actividades tendientes a formarlos es de 7,355.9 m en un año. El volumen citado de agua, se dejará de infiltrar en el área que ocupe el cuerpo del terraplén, pero el agua que llueva sobre él, será llevada a las cunetas para su infiltración, por lo que la pérdida real en el volumen de infiltración en el SAR debido a la construcción del cuerpo del terraplén, se espera sea de aproximadamente el 19% de los 7,355.9 m³ citados, por efecto de la evaporación lo que se traduce en un volumen real de pérdida de 1,397.62 m³ volumen que corresponde al 0.000024% de lo que se infiltra en el SAR. Por las obras de reforestación se espera se

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

infiltran 12,872.82 m al año que actualmente se evaporan, esto es pasados 8 años de iniciadas las obras.

Por otro lado existe un riesgo que el aceite que llegue a derramarse sobre carpeta asfáltica, así como algún hidrocarburo (debido a fugas en los vehículos de los usuarios) terminen en el acuífero, sobre todo en las partes en que se cruza el relieve cárstico denudatorio. Como se mencionó en el Capítulo IV la capacidad del relieve denudatorio para absorber contaminantes es muy baja, porque el basamento es muy poroso y por su origen coralino, no presenta iones cargados, ni texturas finas de sus suelos como para tener un efecto de absorción y desnaturalización de contaminantes. Los tramos en que existiría un riesgo de contaminación al acuífero por derrame accidental de aceite o hidrocarburos son aquellos que corren en las zonas más permeables del relieve cárstico denudatorio, esto es los Km 15+960 al 16+980 y del 19+600 al 21+440 del libramiento de Tulum. Este riesgo se reduce sensiblemente por la aplicación de las MM1 y MM4 donde se compromete a tener fosas de absorción en las áreas de desagüe de las cunetas con una composición del suelo de despálme y un polímero de absorción de aceites e hidrocarburos hidrofóbico y lipofílico (tipo ABTOTAL ABSORB) que se espera retenga cualquier derrame accidental de aceites o hidrocarburos, así como los goteos que suelen dejar los automotores con mal mantenimiento en toda carretera. Este polímero solo se pondrá en las zonas de desagüe de las cunetas que son más permeables, según se señaló en las MM1 y MM4; en el resto de los tramos, existe una acumulación de arcilla terra rossa, que es efectiva en la retención de contaminantes y tiene una fauna edáfica asociada que descompone los hidrocarburos, porque tiene la capacidad de romper los enlaces, dejando a estos contaminantes inocuos; además los metales pesados por sus valencias de 3 positivos, se unen covalentemente a las arcillas cargadas negativamente, comunes en el relieve acumulativo, por lo que el riesgo de que lleguen al acuífero es mínimo.

Este impacto quedó con una significancia final de 0.341 que lo clasifica como bajo, esto es No significativo o no relevante. Queda aún un impacto residual, por el riesgo que siempre existe en la aplicación de cualquier medida en el no cumplimiento de los umbrales de los indicadores. Además de que la MM6 será efectiva hasta que hayan pasado 8 años después de la primera fase del programa de reforestación.

Impacto 3 Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén. La pérdida 155,652 m debido al despálme se compensará mediante el uso de ese material en las obras de reforestación (MM6) de los tramos en desuso y en el programa de reforestación, por lo que el suelo no se perderá sino que utilizará dentro del SAR y quedará finalmente cubierto con reforestación que en 15 años tendrá fisonomía de selva primaria; la ventaja de utilizar el material de despálme en el

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

mismo SAR, es que contiene un banco semillero sano, del mismo ecosistema cuya composición se pretende igualar con las obras de reforestación, el utilizar dicho material asegura las sucesiones para que en poco tiempo se llegue a tener la composición de la selva primaria vecina.

Existe riesgo de pérdida de una parte de suelo durante su manejo y por el tiempo que pasará el suelo acamellonado junto al vivero rústico sin utilizarse. Parte del material de despalme, servirá también para el llenado de las zanjas de absorción donde desagüen las cunetas de los tramos señalados en las MM1 y MM4.

Por otro lado, la MM4 evitará la mala disposición del material producto de despalme y de las nivelaciones. Con dicha medida el riesgo a un desperdicio en cuerpos de agua o en la selva se reduce sensiblemente. Al ser un terreno plano no existe riesgo de movimiento de suelo.

Por tanto quedó un impacto residual de 0.273 considerado bajo y por tanto no significativo.

Impacto 4 Pérdida de 39.606 ha de vegetación forestal durante el desmante, incluye la afectación de 7 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Este impacto será compensado mediante la aplicación del programa de reforestación que plantea la reforestación de 70.688 ha, superficie que está repartida en 5 polígonos por su ubicación y asociación vegetal primaria de los predios vecinos. Entonces con especies de la SMSC se reforestarán 10.643 ha, mientras que de la SMSP se reforestarán 60.045 ha, dentro del SAR repartidos en 5 polígonos que en su tiempo fueron desmontados con apoyos gubernamentales para dedicarlos a fines agropecuarios, pero los ejidatarios pudieron constatar que en la región esas actividades no son redituables debido a lo delgado y la rápida pérdida en la fertilidad de los suelos; otra de las áreas corresponde a un desmante que se hizo como brecha cortafuego que es paralela al libramiento a una distancia promedio de 200 m. Una vez abierto el libramiento este también fungirá como brecha corta fuego.

Entonces por el desmante se calculó una pérdida de 177,059 individuos que incluyen arbóreos, arbustivos y epífitas; de los que se rescatarán todas las epífitas que se incluyen en el rescate de 30,000 individuos rescatados mediante planta completa, esquejes y/o semillas (MM3). Además del rescate de ramas e individuos completos pertenecientes a 8 especies, por cada individuo que se va retirar se obtendrá en promedio 9 ramas y partes del tronco para utilizarlos para el cerco vivo.

El programa de reforestación compensará la pérdida de 39.61 ha de vegetación forestal con la reforestación de 70.69 ha que utilizará 173,750 individuos de los que se espera por

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

lo menos una sobrevivencia del 50%, más las plantas que nazcan solas a partir del banco semillero del material de despalme. Entonces por si misma la compensación será mayor al área perdida por el desmonte.

Por otro lado se aportará recursos para incorporar al sistema de pago de servicios ambientales de 600 ha dentro del SAR para evitar su cambio de uso de suelo, favorecido por la especulación de tierras por el desarrollo urbano y turístico de la región.

Este impacto quedó con una significancia de 0.449 en la categoría de moderado, se debe a que a pesar de compensar con más del doble de la zona desmontada, el área que se perderá presenta buenas condiciones de conservación y la mayor parte son selvas con composición primaria; para que la zona reforestada presente dicha fisonomía y composición deberá pasar por lo menos 15 años y para que tenga funciones sistémicas parecidas, 8 años; por ello se manejó una mitigación solo del 40%, quedando el impacto como residual adverso significativo en la categoría de moderado.

Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre.

Este impacto pasó de la categoría de muy alto a moderado, con una significancia de 0.487, el más alto de los residuales, y sigue siendo significativo. Su reducción se debe por un lado a la aplicación del la MM2 que se refiere al ahuyentamiento y reubicación de la fauna que pudiera encontrarse en el derecho de vía y que por tanto vería afectado su hábitat. Aunque la fauna sea removida y ahuyentada en su totalidad debido a la aplicación de la MM2, las poblaciones de las zonas aledañas donde se muevan los animales desplazados, competirán por espacio y comida, lo que ocasionará una modificación en las poblaciones establecidas, hasta llegar a un nuevo equilibrio.

La MM4 plantea la colocación de un cerco vivo entre la línea entre ceros y el resto del derecho de vía, esto reducirá el efecto del ruido y luces hacia adentro de la selva, lo que mitiga en gran medida el efecto borde; además que coadyuvará al cruce de las especies arbóreas de un lado al otro del trazo, lo que se potencializará con la construcción de 27 pasos para especies arbóreas especificado en la MM5. Utilizando los árboles del cerco vivo como postes se colocará una malla que orientará a los animales medianos y grandes a utilizar las losas de 3 x 3 y puentes para cruzar de un lado a otro del trazo, con lo que se reducirá el efecto barrera; no obstante, se espera que en los primeros 2 años haya atropellamientos y aislamiento parcial de poblaciones; ya que es ese el tiempo en que los animales establecen nuevas rutas de movimiento.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

La MM5 también plantea la construcción de losas de 1 x 0.5 m para el cruce de herpetofauna y mamíferos pequeños, lo que reducirá el efecto barrera para estos animales, que normalmente se mueven en las épocas en que su hábitat se inunda, por lo que el movimiento del agua, orientará su movimiento hacia las selvas no inundables en época de lluvia; el uso de estos pasos se potencializará con la construcción de una barrera de “J invertida” hecha de cemento, lo que evitará que estas especies crucen por la carpeta asfáltica o salgan a solearse.

Finalmente, la MM6, creará en 15 años 70.69 ha de hábitat de calidad para especies sensibles a la perturbación; área que actualmente es ocupada por especies generalistas que normalmente presionan a las poblaciones de especies especialistas vecinas; desgraciadamente tendrá que pasar entre 8 y 15 años en que la reforestación planteada en la MM6 empiece a producir fruto y tenga la cobertura adecuada para funcionar como hábitat de calidad. Las especies de hábitos especialistas tendrán entonces mayor disponibilidad de hábitat dentro del SAR por lo que podrán crecer sus poblaciones sobre las de hábitos generalistas y/o nocivas que actualmente habitan la región que se pretende reforestar.

Este impacto al igual que el anterior sigue siendo significativo a pesar de las adecuadas medidas de mitigación planteadas, y se debe al tiempo que pasará en que los animales establezcan sus rutas de movimiento a través de los pasos de fauna; en que el cerco vivo tenga la cobertura suficiente para reducir el efecto borde; el tiempo en que el área reforestada este madura y pueda fungir como hábitat de calidad. Por todo ese tiempo es que queda un impacto residual moderado significativo de cualidad adverso, que no puede ser mitigado en su totalidad.

Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos.

Como se explicó en el Capítulo V la afectación al paisaje se da en 2 sentidos, el primero es visual ya que desde el desmonte, pasando por nivelaciones y terminando con el resto de las obras de construcción, se creará una línea de ruptura del paisaje a lo largo de las geoformas y usos de suelo por los que cruza, esta línea de ruptura será permanente y visible desde fotos aéreas y satelitales. No así sobre otros sitios de la región debido a que el terreno es relativamente plano y la visibilidad donde hay selva bastante corta (30 m). Esta afectación no será reducida, sino que se compensará debido a la aplicación de la MM6; entonces se tendrá una línea de ruptura en un área de 56.6 ha (área entre ceros con entronques) y se compensará por la reforestación de 70.69 ha en un sitio que actualmente

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

corresponde a una línea de ruptura más 4 predios que fueron desmontados hace más de 15 años y no se pueden recuperar por sí mismos.

La segunda afectación al paisaje se debe a la disposición del material de desperdicio, lo primero serán el producto de desmonte que se calculó en 550.73 m³, seguido por el material de despilme que se calculó en 155,652 m³. No habrá material de desperdicio durante las nivelaciones porque solo se subirá el nivel del terraplén por encima de la subrasante en 1.5 m aproximadamente. Esta afectación se prevendrá con la aplicación de la MM4 que orienta el material de desperdicio; el material de despilme se aplicará en la MM6 como sustrato de las obras de reforestación y otra parte junto con el polímero de adsorción de hidrocarburos en las zonas de desagüe de las cunetas.

En la MM4 se establece los sitios donde se ubicará el material antes de su utilización, por lo que se evitarán pérdidas y malas disposiciones, así como sus afectaciones asociadas.

Los derrames accidentales durante la construcción y/u operación del trazo, se evitará que lleguen al manto acuífero con aplicación de las MM1 y MM4, ya que se utilizará un polímero hidrofóbico e lipofílico capaz de retener en su estructura los hidrocarburos y aceites, volviéndolos inertes. Este impacto quedó con una significancia de 0.326 en la categoría de bajo, esto es no relevante o no significativo. De los impactos residuales significativos benéficos, siguen en la misma categoría, uno alto, y otro muy alto, debido a la propia naturaleza del proyecto:

Impacto 7. Mejora en la economía local del municipio de Tulum por la operación del trazo Este impacto benéfico tiene una significancia de 0.775 y se consideró alto. La economía local se verá beneficiada por el proyecto al contar con vías más ágiles para el desarrollo de actividades turísticas, ya que el libramiento repartirá el tránsito que se prevé se incremente de 5,610 a 15,000 vehículos, entre el libramiento y la ruta actual. El libramiento potencializará actividades económicas en torno al trazo, principalmente servicios a transportistas. De aplicarse el OET Cancún – Tulum, el desarrollo habitacional sería moderado ya que sólo se permite una vivienda por hectárea, aunque si se beneficiará sensiblemente la zona por el ecoturismo, por la gran cantidad de cenotes y cavernas que hay en el área. El impacto económico del trazo es local por el ecoturismo y regional porque podrá ser usado por quienes transiten sobre el eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa, así como con la frontera Sur. El beneficio de la población local al liberarse la vía actual se trata en la siguiente interacción, ya que el impacto será sobre el tránsito en la zona urbana y turística de Tulum.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Impacto 8. Agilización del transporte a través del eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa; conexión con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso y con la frontera Sur, a través de la redistribución del tránsito local, turístico y foráneo

El segundo impacto benéfico significativo quedó en la categoría de muy alto con una significancia de 1.160. La operación del trazo permitirá la agilización del tránsito en la zona urbana de Tulum ya que los vehículos de transporte pesado dejarán de circular por el interior de la ciudad, también se desviarán aquellos que no tengan como destino final dicha localidad, lo que favorecerá el desplazamiento del turismo en la zona urbana de Tulum. Se estima un incremento en el TDPA, de 5,610 a 15,000 vehículos, que se distribuirán entre el libramiento y la vía actual, esto debido a que se prevé el crecimiento poblacional, motivado por el desarrollo urbano y turístico municipal, y la entrada en operación del aeropuerto de la Riviera Maya. Por otro lado, también los usuarios que se muevan a través de la carretera 307 transportando personas y mercancías, entre las ciudades localizadas sobre el eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa y que conecta con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso, así como con la frontera Sur, podrán utilizar esta vía sin necesidad de cruzar la zona urbana de Tulum, lo que reducirá los tiempos de traslado en 30%.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Tabla 7 Escenario tendencial del SAR con los impactos residuales ocasionados por el proyecto y medidas de mitigación

Factor Ambiental	Escenario tendencial al 2025 con proyecto	Escenario tendencial al 2025 con proyecto y MM
Socioeconómico	<p>Impacto 7. Mejora en la economía local del municipio de Tulum por la operación del trazo. La economía local se verá beneficiada por el proyecto al contar con vías más ágiles para el desarrollo de actividades turísticas, ya que el libramiento repartirá el tránsito que se prevé se incremente de 5,610 a 15,000 vehículos, entre el libramiento y la ruta actual.</p> <p>Impacto 8. Agilización del transporte a través del eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa; conexión con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso y con la frontera Sur, a través de la redistribución del tránsito local, turístico y foráneo.</p>	<p>Como es un cambio benéfico para el SAR desde su concepción; no se consideró medida de mitigación para este aspecto, por lo que no habrá modificaciones con respecto al escenario con proyecto. El resto de los cambios planteados en el escenario sin proyecto se seguirá dando con excepción de lo que sucederá con el transporte en el SAR.</p>
Uso de suelo y vegetación	<p>Impacto 4. Pérdida de 39.606 ha de vegetación forestal durante el desmonte y afectación a 7 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Este impacto es acumulativo con el cambio de uso de suelo tendencial del SAR. Durante el desmonte se perderá de forma definitiva un aproximado de 39,937 árboles afectados que juntos generarán un volumen de 17,713.4 m³ de madera en unidades RTA, que se distribuyen en 39.606 Ha, La distribución del desmonte es: de la selva baja 1.258 ha, de la selva inundable se desmontará 3.694 ha, de la Selva mediana subcaducifolia 8.16 Ha y de la selva mediana subperennifolia 25.508 Ha. Esta pérdida se suma a las 604.22 ha que el escenario con proyecto indica se perderán en el SAR de vegetación forestal, por la sinergia que llevaría la obra.</p>	<p>Este impacto será compensado mediante la aplicación del programa de reforestación propuesto en la MM6 que plantea la reforestación de 70.688 ha, superficie que está repartida en 5 polígonos por su ubicación y asociación vegetal primaria de los predios vecinos. Con especies de la SMSC se reforestarán 10.643 ha, mientras que de la SMSP se reforestarán 60.045 ha. Toda vez que la vegetación con la que se reforeste esté madura, el SAR tendrá una ganancia de vegetación con respecto al escenario sin proyecto.</p> <p>Aunado a eso se reducirá la tasa de deforestación en el SAR en una superficie de 660 ha por el pago de servicios ambientales, entonces en vez de construir fraccionamientos u algo turístico se dejará la selva o el ecosistema del que se trate sin alteración y los dueños solo fungirán como cuidadores de que nadie les saque madera o alteren el predio de forma alguna.</p>
Fijación de Carbono	<p>Impacto 4. Pérdida de 39.606 ha de vegetación forestal durante el desmonte y afectación a 7 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, esta impacto es acumulativo con la fijación de carbono. Por lo que se espera un decremento en el secuestro de Carbono del 0.15% extras de lo señalado en el escenario tendencial sin proyecto.</p>	<p>La fijación de carbono con respecto a los otros dos escenarios, mejora también en la misma proporción de la reforestación, lo que se traduce en un incremento en la fijación de carbono proporcional a lo que captan 70.688 Ha de selva joven, si se compara con el escenario sin proyecto.</p>
Fauna	<p>Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre. Aún con la carretera, no existirá una modificación gama. La biodiversidad alfa será directamente afectada en una superficie de 603.13 ha, donde el proyecto solo afectará el 1.5% de</p>	<p>Las modificaciones señaladas para la fauna en el escenario con proyecto se darán en los primeros 8 años, hasta que las obras de reforestación formen una cobertura efectiva.</p> <p>La MM2 evitará que se sacrifique directa o indirectamente a</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

	<p>esta superficie, el resto es el área calculada para las tendencias del SAR sin proyecto. De forma indirecta también será modificada la biodiversidad alfa por efecto de introducción de especies de borde (que comúnmente son generalistas); esto ocasionará a su vez una alteración en la biodiversidad beta, que compara las comunidades vecinas.</p> <p>Aunado a esto la carretera creará un efecto barrera, que será importante en una superficie de 322 ha por ser áreas; para 15 especies de amplio desplazamiento (Tabla V.6), se considera que podría afectarse hasta el 20% del SAR.</p> <p>Otra afectación que se potencializará con la carretera es el ruido y la luz que intensifican el efecto de borde, se espera que este fenómeno afectará a la población de 46 especies en una superficie de 138 ha (corresponde hasta 100 m carretera adentro de los sitios considerados conservados).</p> <p>La última afectación que no se considera significativa por sí misma, pero al agruparla con el resto lo es. Se refiere al riesgo de la fauna de ser atropellada, en la que se estima un índice de atropellamiento de 700 individuos al año durante el periodo de operación del trazo</p>	<p>la fauna que viva entre línea de cerros, pero existirá una pérdida de hábitat de calidad en 39.606 ha por lo menos los primeros 15 años después del desmonte, que es el tiempo que pasará hasta que la vegetación madure y funja como hábitat de calidad para las especies.</p> <p>La MM5 que se refiere a la construcción de pasos de fauna reducirá el efecto barrera del trazo y evitará el riesgo de la fauna al atropellamiento. Aunque consideramos que los pasos de fauna serán suficientes para reorientar sus rutas, según Spellerberg (1998) pasaran 2 años en que las rutas actuales se restablezcan por las estructuras diseñadas para tal fin.</p> <p>Por otro lado, la MM6 favorecerá la conectividad del SAR para la fauna, y el escenario del SAR con proyecto y MM será mejor que si se considerará el SAR con proyecto y sin esta MM; ya que creará en 15 años 70.688 ha de hábitat de calidad, contra los 39.606 que se perderán durante el desmonte. Además, con el pago de servicios ambientales de 660 ha se evitará el cambio de uso de suelo en esa superficie, por lo que se seguirá contando con hábitat de calidad en esa zona, contrario al escenario de su desmonte para poner fraccionamientos o algo para servicios turísticos.</p>
Suelo	<p>Impacto 3. Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén. Por el despalme se perderá un volumen de 155,652 m³ de suelo. La erodabilidad total del SAR aumentará en 5,630.73 ton/año en el SAR, lo que corresponde al 1.51% de la erosión esperada en el tendencial sin proyecto.</p> <p>Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos.</p>	<p>La MM4 que contempla la implementación de un programa de conservación y restauración de suelos, logrará con su correcto funcionamiento evitar una mala disposición del producto del despalme, además de utilizar esa tierra para el programa de reforestación (MM6). El impacto 6 también se reducirá, mediante la aplicación de las MM1 y MM4 que contempla la capacitación e instrucción del personal para prohibir que se disponga el material residuo en sitios inadecuados, por lo que se evitara que el material de desecho se deje abandonado junto al camino o acamellonado en sitios poco adecuados y que con el tiempo termine en los cuerpos de agua y/o incorporado a las partículas suspendidas del aire.</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Infiltración	<p>Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos. En el 2025 en el SAR con proyecto espera que se infiltre un volumen de 39,604,997 mm/año, lo que se traduce en una reducción de 33,557 mm/año, lo que corresponde al 0.08% de la recarga actual.</p>	<p>No habrá cambios con respecto al escenario sin MM, ya que la MM1 está orientada a no provocar modificaciones en los patrones de escurrimiento e infiltración.</p>
Escurrimiento	<p>Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos. En este sentido, se espera un volumen de escurrimiento en el SAR con proyecto para el 2025 de 8,112 mm/año, lo que significa una disminución del 0.18%, debido a la impermeabilización que significa la carpeta asfáltica. Y la sinergia que hay con la especulación de la tierra en la región y apertura de nuevos fraccionamientos e infraestructura.</p>	<p>No habrá cambios con respecto al escenario sin MM, ya que la MM1 está orientada a no provocar modificaciones en los patrones de escurrimiento e infiltración.</p>
Diagnostico	<p>En un escenario sin proyecto y sin MM se tiene la perspectiva de que las zonas muy perturbadas ocuparán un área de 8,698.67 Ha; las zonas conservadas ocuparán un área de 34,812.25 Ha; y las zonas muy conservadas ocuparán un área de 7,189.38</p> <p>Por lo que se espera por el proyecto una variación con respecto al escenario tendencial sin proyecto, las áreas conservadas y frágiles, perderán un 1.87%, mientras que las muy conservadas y muy frágiles un 1.35% de su superficie, con respecto al escenario tendencial sin proyecto.</p>	<p>En general, si se compara el escenario con proyecto y MM con el del proyecto sin MM, encontramos que el mejor sería con la aplicación de las MM, pues aunque los cambios no parecen ser significativos si se presentarían mejores condiciones; sin embargo esto no es significativo a nivel del SAR, por lo que se espera que la situación sin proyecto y con proyecto y MM sea muy similar.</p>

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VII.4 Evaluación de alternativas

Cuando Tulum se desprendió del municipio Solidaridad en 2008, para convertirse en municipio autónomo, elaboró y decretó su primer Plan de Desarrollo Urbano, en el se consideró una ruta vial que rodeara lo que se consideraba sería la zona urbana de la cabecera municipal, sin embargo, siendo Tulum la segunda ciudad con la tasa más alta poblacional en toda Latinoamérica, con un 13.88%, sólo después de Playa del Carmen, y la creciente especulación en la venta de lotes, así como los proyectos de fraccionamientos comprometidos por las autoridades en turno, las expectativas de crecimiento fueron rebasadas y la ruta prevista como libramiento quedó inmersa en la mancha urbana y hoy en día sólo serviría como un periférico, cuya construcción lo único que haría sería detonar la urbanización en sus bordes, tal como sucedió en su tiempo con el libramiento a Playa del Carmen que actualmente se llama periférico y hacia donde se ha orientado el mayor crecimiento urbano de la ciudad.

Por ello se analizó la ruta alternativa planteada en este estudio, cuyas ventajas son que seguirá siendo un libramiento de la Ciudad de Tulum sin que detone crecimiento a sus bordes, en primer término, por su lejanía a la ciudad, y porque dentro de las propuestas de actualización del PDU se plantea destinar esa zona intermedia como reserva ecológica y por último, porque el libramiento será cerrado y cercado para evitar atropellamiento de la fauna.

El proyecto definitivo de la ruta presentada en este proyecto, considerará los resultados del estudio geofísico, que servirá para orientar de la mejor manera el trazo, evitando su asentamiento sobre ríos subterráneos, lo que previene el riesgo de derrumbes de techo; se alejará más de 100 m de cenotes, cavernas, dolinas, aguadas y zonas de captación de agua potable; así como su vegetación asociada (como el mangle en el caso de dolinas y aguadas); con lo que se toma el criterio ambiental para su trazado.

En general, como se pudo observar en el Capítulo IV, todo el SAR presenta condiciones muy buenas de conservación de su vegetación y poblaciones faunísticas, por lo que cualquier ruta que se eligiera afectaría vegetación con buen estado de conservación y en general ecosistemas primarios funcionales en todos los sentidos; entonces para un libramiento en la segunda ciudad de Latinoamérica de mayor crecimiento, la mejor opción es aquella que no sirva para detonar crecimiento a sus bordes con sus afectaciones asociadas y aquella que no dañe la compleja hidrología regional que en general es diferente a cualquier otra parte del mundo.

Como se mencionó en el Capítulo V, la ruta presentada en este estudio cruza zonas frágiles y conservadas del SAR; de acuerdo al diagnóstico (Figura IV.132 y IV.133; Capítulo IV,) no

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

hay ruta posible que evite estas áreas, debido a la conservación preponderante de todo el SAR y más allá de este. Entonces los puntos frágiles de la ruta planteada en este estudio, serán salvados mediante la aplicación de las medidas de mitigación que se detallan en el Capítulo VI, sobre todo la MM5 que plantea la construcción de 8 puentes sobre el fallamiento de Holbox, que además coinciden con zonas inundables y la principal ruta de fauna del SAR; además en el proyecto definitivo se evitarán las zonas más frágiles detectadas en el SAR, con apoyo del estudio geofísico.

En resumen debido a que esta ruta funcionará como libramiento a pesar del crecimiento urbano esperado para Tulum y que no favorecerá desarrollo en sus bordes; es la mejor ruta para un libramiento de Tulum; además de que se evitarán en el trazado definitivo las zonas detectadas como más frágiles del SAR.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VII.5 Conclusiones

En este documento se presentaron las obras y actividades relacionadas con el proyecto de Libramiento de Tulum, en el estado de Quintana Roo. El proyecto consiste en la construcción de un Libramiento a Tulum, Q. Roo que tiene una longitud de 26 km. Tipo A2-12 m en la clasificación de carreteras de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, S.C.T. La carretera tendrá las siguientes características: ancho de calzada de 7 m, ancho de corona de 12 m y acotamientos de 2.5 m. La velocidad máxima será de 110 km/h; la carretera tendrá una pendiente gobernadora del 2% y una curvatura máxima de 2°45'. El tramo cuyos impactos y medidas de mitigación se describirán en este estudio corresponde al Libramiento a Tulum.

El trazo del libramiento rodea lo que el PDU del municipio a Tulum considera como su futura zona urbana, para evitar que el tránsito que se mueve entre Cancún y Chetumal (así como puntos intermedios) cruce su zona urbana que presenta un crecimiento muy por encima de la media nacional.

Se señalaron y examinaron los planes y regulaciones aplicables (Capítulo III), da cumplimiento a las metas y estrategias establecidas en el Plan Nacional de Infraestructura 2019-2024 ya que forma parte de los objetivos de modernizar la infraestructura carretera, con el propósito de actualizar las vialidades, brindando mejores especificaciones que permitan mayores niveles de seguridad y disminución en los tiempos y costos de traslado de personas y mercancías de ciudad a ciudad. El proyecto no pudo ser vinculado con el programas de desarrollo urbano del centro de población Tulum, en virtud de que el trazo no se ubica dentro del polígono del plan, sin embargo, resultó sinérgico a la obra en comento, pues el plan externa la necesidad de un libramiento, pero el trazo del PDU ya quedó inmerso en la mancha urbana. Asimismo fue vinculado con el PDU estatal y el de la Región Caribe Norte, subregión Riviera Maya, encontrando compatibilidad al incluirse el proyecto como una obra de construcción a corto plazo. De acuerdo al POET Corredor Cancún – Tulum, el proyecto en comento cruza por 2 Unidades Ambientales 1 y 14 con uso de suelo predominante de Flora y Fauna y política de conservación, del que se analizó el cumplimiento de 119 criterios ecológicos correspondientes a los usos de Asentamientos Humanos, Construcción, Equipamiento e Infraestructura, Flora y Fauna, Manejo de Ecosistemas, Actividad Forestal, Turismo, Actividades Agrícolas, Actividades Pecuarias, Industria y Minería; resultando compatible con la obra en comento. Cabe señalar que el trazo carretero no cruza por ninguna Área Natural Protegida de jurisdicción federal, estatal ni municipal, siendo las más cercana el Parque Nacional Tulum y la reserva de Sian Ka'an, el primero en línea recta al proyecto se ubica a 1.33 Km y el segundo 8.16 Km. El proyecto no incide en Regiones Terrestres Prioritarias, pero si en las RHP- 107 Cenotes Tulum –

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Coba, por las características y escala del proyecto, y la aplicación de medidas de prevención y mitigación, el proyecto no ocasionará repercusiones directas apreciables para la conservación de dichas regiones. En resumen, el proyecto es congruente con los programas sectoriales de orden federal y estatal, no incumple ninguna disposición del Programa de ordenamiento ecológico territorial, ni con los Planes de Desarrollo Urbano vigentes y da cumplimiento a las disposiciones normativas aplicables.

Se delimitó, se caracterizó el sistema ambiental regional (SAR) mediante la sobreposición de capas temáticas entre las que se incluyeron geomorfología, edafología, microcuencas y acotaciones finales mediante una imagen de satélite, resultando en un polígono con un área de 50,700 Ha. Después de caracterizarlo se elaboró su diagnóstico ambiental, mediante el uso de indicadores y capas temáticas de cobertura vegetal, erosión total, escurrimiento, infiltración, y pendiente; de lo que se obtuvo que el cerca del 80%, (40,080.72 Ha), significa las zonas con mejor estado de conservación y mayormente frágiles; con desarrollo de selva baja caducifolia inundable, además de incluir a la selva mediana subcaducifolia y a la selva media subperenifolia, las cuales corresponden a los sistemas de relieve cárstico denudatorio sobre cuencas endorreicas, arreicas o exorreicas, que suelen ser las más biodiversas en cuanto a la presencia de especies vegetales y faunísticas se refiere. En conjunto estos sitios son hábitat de casi toda la fauna sensible a los disturbios, los cuales se encuentran asentados sobre un basamento poroso, en donde se distribuyen la mayor parte de los cenotes y cavernas del SAR, y conforman una de las rutas más importantes de movimiento de mamíferos medianos y grandes y sus presas, entre las que sobresale el jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) considerados como especies sombrilla, pues requieren de amplios terrenos para sobrevivir, lo que indica la correcta estabilidad del sistema. Al Sureste del SAR estas zonas incluyen algunos humedales donde se puede encontrar también al cocodrilo (*Crocodylus moreletii*), por lo que son un importante continuo de hábitat. A diferencia de esto, en un área de 15,958.42 Ha, aproximadamente el 16% del sistema se presentan zonas conservadas, pero en menor grado que las anteriores, ya que corresponden a sitios con ciertos factores de disturbio, en la mayoría debidos a causas naturales, se trata de zonas que permanecen con agua todo el año o sufren periodos de inundación del relieve cárstico acumulativo sobre cuencas arreicas, que mantiene ecosistemas de mangle, tular y selva inundable con estados medios y altos de conservación; las actividades antropogénicas que llegan a presentarse en estos sitios son principalmente las turísticas realizadas en los alrededores de los poljes y dolinas, no obstante son consideradas de gran importancia ya que por tratarse de zonas de acumulación con desarrollo de suelos gleysoles, la infiltración es muy lenta confiriéndole con ello características amortiguadoras en caso de ocurrir un derrame de contaminantes todos quedarían atrapados en las matriz del suelo arcilloso. Los sitios más perturbados se presentan en un área de alrededor del 2,391.80 Ha del SAR lo que representa 4.72%; son

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

zonas que aunque no totalmente antropizadas si presentan ciertos factores de disturbio, lo que las cataloga como las de mayor afectación dentro del SAR aunque sean mayormente utilizadas en las actividades turísticas, aquí se presentan varios asentamientos humanos, así como terracerías y caminos, no obstante siguen siendo hábitat de fauna adaptada a estas condiciones, sin embargo no son una ruta de desplazamiento para fauna de talla mayor, en estas sitios la infiltración es muy baja pues gran parte del suelo ha sido impermeabilizado por la construcción de infraestructura.

Mediante el trabajo de campo y gabinete se reconocieron las afectaciones que las actividades del proyecto pueden ocasionar sobre los factores ambientales (y el medio natural y social en su conjunto) (Capítulo V). Los impactos del SAR, fueron evaluados por un indicador multicriterio mediante la aplicación de un algoritmo que considera los criterios de magnitud, duración, extensión, contexto y sinergia. El indicador permite clasificar el impacto en cuatro grados de impacto: bajo, moderado, alto y muy alto, de los cuales los últimos tres corresponden a impactos relevantes. Para este proyecto, se identificaron 7 impactos que fueron evaluados como significativos o relevantes. De los impactos adversos muy altos fueron: Impacto 5. Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde y riesgo de atropellamiento, sobre la fauna silvestre; y el Impacto 6. Afectación visual del paisaje por la creación de una línea de ruptura y afectación a sus ciclos biogeoquímicos debido a la mala disposición intencional o accidental de material de desecho y productos potencialmente tóxicos. Adversos alto fue: Impacto 4 Pérdida de 39.606 Ha de vegetación forestal durante el desmonte, incluye la afectación de 7 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Adversos moderados fueron: Impacto 2. Disminución de la infiltración al acuífero por la construcción del trazo y riesgo de contaminación por derrame accidental de hidrocarburos; e Impacto 3. Pérdida de suelo orgánico debido a las actividades de preparación del sitio para la construcción del cuerpo del terraplén. Hubo dos impactos benéficos. Uno muy alto: Impacto 8. Agilización del transporte a través del eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa; conexión con el corredor longitudinal México – Puebla – Progreso y con la frontera Sur, a través de la redistribución del tránsito local, turístico y foráneo; y uno alto: Impacto 7. Mejora en la economía local del municipio de Tulum por la operación del trazo. El impacto que resultó no significativo solo fue uno: Impacto 1 Incorporación de partículas suspendidas por movimiento de materiales pétreos durante la construcción del trazo.

Se determinaron 6 medidas de mitigación o compensación de impactos adversos del SAR (Capítulo VI), que se consideran factibles desde el punto de vista técnico, social, ambiental y económico. De los siete impactos adversos significativos del proyecto, una vez aplicadas

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

las MM quedaron 5 impactos adversos residuales del proyecto, 3 en la categoría de bajos estos son impactos no significativos según el método multicriterio aplicado (sección V.3, Capítulo V) y dos impactos moderados considerados significativos. Además se tienen 2 impactos residuales benéficos en la categoría de alto y muy alto respectivamente.

Después de aplicar las MM del Capítulo VI, se hizo un comparativo de escenarios: SAR sin proyecto, SAR con proyecto y SAR con proyecto y medidas de mitigación; resultando que de las 3 posibilidades, el que de forma global presenta mayores y mejores servicios sociales y ambientales al SAR, es el que considera el proyecto y las medidas de mitigación; no obstante tendrán que transcurrir los 15 años señalados en los escenarios tendenciales, para que las medidas de mitigación actúen en favor del ecosistema; un ejemplo claro son las obras de reforestación, donde para que la zona sea funcional, los juveniles sembrados tienen que sobrevivir y madurar. Por lo tanto, consideramos que si se cumplen a cabalidad las medidas planteadas en el Capítulo VI y su programa de monitoreo; no se comprometerá la funcionalidad ambiental del SAR y este tendrá algunos beneficios como son las 70 Ha reforestadas (MM6) y 3 puntos con pasos de fauna sobre carreteras que están actualmente en funcionamiento y que producen un fuerte efecto barrera sobre rutas de fauna que viajan hacia el Parque Tulum y Sian Ka'an. Sin embargo aún con la aplicación de las MM se registró la permanencia de dos impactos residuales adversos moderados. El proyecto, en contrapartida, tiene dos impactos benéficos a la región, uno en la categoría de alto y otro muy alto; por lo que en el balance, es más benéfico para la región construir el libramiento que no construirlo, aún con los dos impactos adversos residuales.

Analizando el funcionamiento del SAR, de las afectaciones del proyecto, y de la implementación de medidas de mitigación, se sugiere que el proyecto no ocasionará impactos que comprometan el funcionamiento del SAR. Por otra parte, ocasionará dos impactos significativos benéficos que repercutirán al interior del SAR y en el exterior por la agilización del tránsito. La importancia del proyecto radica en ofrecer una vía más ágil y segura que permita el ahorro de tiempo y energía en la transportación de bienes, servicios y personas. Su impacto alcanzará a los usuarios que viajen a través de la carretera federal 307 Cancún – Chetumal y facilitará la circulación en el centro de población Tulum, que es uno de los destinos con mayor expectativa de crecimiento y desarrollo de la región.

Los escenarios propuestos para el centro de población de Tulum, señalan que se pretende que Tulum sea el centro distribuidor y la entrada a la zona Maya, razón por la que requiere de vialidades eficientes que distribuyan la circulación vehicular de manera adecuada, permitiendo que aquellos que no tienen como destino final la ciudad de Tulum, puedan evitar entrar al centro de población y con ello mantener una velocidad constante y fluida y quienes visiten el destino turístico o vivan y/o trabajen en el, puedan hacerlo con facilidad y mayor seguridad. El gobierno municipal señala que la estructura vial de Tulum ya es

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

insuficiente, toda vez que el trazo de la carretera 307 atraviesa por el centro de población este tramo ya está catalogado como un punto conflictivo para la circulación vehicular, por lo que el desahogo de esta arteria redundaría en mejores condiciones de desplazamiento para quienes tienen que transitar por esta zona. La Riviera Maya requiere del abasto de insumos para los servicios de hospedaje, alimentos y actividades turísticas y ecoturísticas, estos provienen de centros de abasto del Norte y Sur del estado, por lo que la agilización de vías de comunicación es impostergable. Asimismo se proyecta la instalación de clusters de manufactura, para generar nuevas fuentes de empleo y será necesario hacer llegar insumos y distribuir los productos. De acuerdo al PDU-Tulum y las proyecciones de CONAPO para 2030 la población total de Tulum estará cerca de los 181,250 habitantes, ya que la tasa media de crecimiento anual para esta localidad ha ido del 17% al 14.9 % e irá en decremento hasta estabilizarse en alrededor del 5.7%, Sin embargo aún con esta disminución las tasas se mantienen muy por encima de la media estatal y nacional. El crecimiento urbano estará especialmente influenciado por el aumento de la atracción de inversiones turísticas y el incremento, de manera significativa, del ecoturismo, ligado a una política para su atracción.

En la actualidad el TDPA (veh/día) en la autopista de Cancún-Chetumal, es de 5,610 veh/día y que se incrementará hasta llegar a 15,000 veh/día; se calcula que el proyecto distribuirá el tránsito, ya que se repartirá entre foráneos (utilizarán el libramiento) y locales y turismo que usarán el trazo actual. Este libramiento vendría a formar parte del corredor regional longitudinal 14, denominado "Peninsular de Yucatán" así como del corredor turístico Cancún – Riviera Maya, mismos que permiten la transportación de personas y mercancías, entre las ciudades localizadas sobre el eje de relaciones Mérida – Cancún – Chetumal – Villahermosa y que conecta con el corredor longitudinal México – Puebla - Progreso, así como con la frontera Sur, lo que favorece la inserción en el sistema urbano nacional y los ejes de crecimiento económico del país. De igual manera se facilitará el tránsito rumbo a ciudades importantes en el ámbito comercial y turístico, como las que integran la Riviera Maya. La trayectoria seleccionada cruza íntegramente por el municipio de Tulum, por los ejidos Jacinto Pat y Tulum. La longitud total que se incluye en este estudio es de 26 km para el libramiento.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VII.6 Literatura consultada

Acosta J. 2001. Riqueza y abundancia de la Avifauna del Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín, Ecosur, Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

Adam T. Ford, Anthony P. Clevenger, y Andrew Bennett. 2008. Comparison of Methods of Monitoring Wildlife Crossing-Structures on Highways Journal of Wildlife Management: 1213–1222.

Aguayo y otros. “Estudio sedimentológico en el área Tulum-Cancún-Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, México”, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XLI, 1980

Aguilar, Mauro. “Posibilidades de aprovechamiento inmediato de las rocas calcáreas entre Carrillo Puerto Juárez, Quintana Roo”, COREMI, Chetumal, Quintana Roo, 20 de mayo de 1979.

Aguilar, Mauro. “Posibles aprovechamientos de las rocas calcáreas del área Playa del Carmen, Municipio de Cozumel, Quintana Roo”, COREMI, Chetumal, Quintana Roo, marzo de 1981.

Álvarez, Teresa. “Contaminación en la zona costera”, Ecofronteras, número 14, septiembre de 2001, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Amador, F. y Glover, J. “Investigaciones recientes en la región Yalahau: Resultados preliminares y evaluación de la metodología del reconocimiento regional”, Simposio de investigaciones arqueológicas en Guatemala, Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, 2002, pp. 971-981.

Amigos de Sian Ka’an. “Plan de Conservación Akumal Tulum”, Julio de 2009

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.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000.

Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Barton y Lins. "Sistema Sac Actun", QRSS, 2000

Barton y otros. "Sistema Sac Actun", QRSS, 2004

Beddows, P. y Hendrickson. "When the survey is not enough. Temperature, salinity, and dye tracing reveal flow paths", National Cave and Karst Management Symposium, Canadá, 2007

Beddows, Patricia Anne. "Groundwater Hidrology of a Coastal conduit Carbonate Aquifer: Caribbean Coasts of the Yucatán Peninsula, México" (PHD Thesis), Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad de Bristol, Febrero de 2004

Beddows, Patricia. "Los cenotes de la Península de Yucatán", www.yucatan.gob.mx

Beddows, Patricia. "Where does the sewage go? The karst groundwater system of municipalidad Solidaridad, Quintana Roo", AMCS Activities newsletter, Número 25

Bissonette J. A 2007. Evaluation of the Use and Effectiveness Of Wildlife Crossings NCHRP 25-27. FINAL REPORT Prepared for: National Cooperative Highway Research Program Transportation Research Board National Research Council 1 September 2007

Bogaerts, Steve. "An examination of the Double Fatality at Cenote Calimba, Sistema SacActun 9th December 2004", Quintana Roo, México, 2004

Bonilla C., Ortiz S., Silva Rivera M. 2006. Guía de aves, Humedales Palmasola y Los Naranjos, Santa María Colotepec y la costa de Oaxaca. Ediciones Tecolote.

Brodziewska J. 2005. Wildlife tunnels and fauna bridges in poland: past, present and future, 1997-2013. ICOET 2005 Proceedings chapter 9 on the road to stewardship 448-460.

Calderón-Mandujano, R., Bahena, H. y S. Calmé. 2008. Anfibios y reptiles de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an y zonas aledañas. 2a. edición. México. COMPACT, ECOSUR, CONABIO y SHM A.C. 111 pp.

CAPA. "Bienes inmuebles al 13 de abril de 2009", Dirección de patrimonio, Coordinación administrativa y financiera, Comisión de agua potable y alcantarillado, Quintana Roo, 2009

CAPA. "Zona de Captación", Comisión de agua potable y alcantarillado, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2010

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Ceballos, G. Olivia, G. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. 1ª edición. México D.F. 170, 171, 217, 218, 228-232, 235, 236, 252, 287, 288, 310, 311, 719, 720, 775, 776 pp.

CEMDA. "El agua en México: lo que todas y todos debemos saber", 1ª edición, Centro virtual de información del agua www.agua.org.mx, México, D.F., 2006

Clevenger A. P. 2005. Conservation Value of Wildlife Crossings: Measures of Performance and Research Directions. *GAIA* 14/2 (2005): 124 –129.

Clevenger A. P., B. Chruszcz y K. E. Gunson. 2001. Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions *Wildlife Society Bulletin* 2001, 29(2):646–653.

Clevenger A. P., B. Chruszcz y K. E. Gunson. 2001. Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *Journal of Applied Ecology* 38:1340–1349.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://www.conanp.gob.mx/>

CONABIO, Instituto de Ecología A.C. 212 pp.

CONAGUA. "Ciclones tropicales que impactaron a México de 1970 a 2008, Subdirección General Técnica, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, 2008

CONAGUA. "Determinación de la disponibilidad de Agua en el Acuífero Península de Yucatán, Estado de Yucatán", gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, 30 de abril de 2002, México, D.F.

COREMI-SE. "Archivo técnico F2381AUNM00011", Cozumel, Quintana Roo, 30 de marzo de 1981

COREMI-SE. "Archivo técnico F2381AUNM00012", 1981

COREMI-SE. "Carta geológico-minera Cancún F16-11 Escala 1:250,000", Pachuca, Hidalgo, 2006

COREMI-SE. "Carta geológico-minera Cancún F16-8 Escala 1:250,000", Pachuca, Hidalgo, 2006

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

COREMI-SE. "Carta geológico-minera Felipe Carrillo Puerto E16-1 Escala 1:250,000", Pachuca, Hidalgo, 2006

COREMI-SE. "Carta geológico-minera Mérida F16-10 Escala 1:250,000", Pachuca, Hidalgo, 2006

Cramer P. C. & J. A. Bissonette. 2005. Wildlife crossings in North America: the state of the science and practice ICOET 2005 Proceedings chapter 9 on the road to stewardship. 442-447.

Curtis, Wendy. "Window Skin & Scuba Club. Newsletter", Julio de 2006 De Rose, Nancy. "A tale of impunity. A document that reflects the unseen truth of the Riviera Maya!", Society of Akumal's Vital Ecology SAVE, www.saverivieramaya.org, 2007

Devos y Le Maillot. "Explorers push the boundaries of the world's longest-known underwater cave. Ox Bel Ha Exploration Report: February 2006", Quest, 2006

Drews, C. 2003. Conceptos y panorama del rescate de fauna en el Neotrópico. En: Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Selección de Trabajos del V Congreso Internacional. ed. R. Polanco-Ochoa. CITES, Fundación Natura. Colombia. pp. 351-356.

Dunn J.L. Alderfer J. 2006 Field Guide to the Birds of North America. National Geographic. Fifth Edition. Washington D.C.

Durand y otros. "Contaminación del agua subterránea en la península de Yucatán, México" Eco-Kare International. 2009. Monitoring strategy for wildlife crossings and fencing on Highway 69, north of Highway 637. Final Report submitted to the Ministry of Transportation, Northeastern Division.

ECOSUR- Estudio de Fauna para elaborar el Programa de Manejo que se encuentra en preparación por la CONANP.

ECOSUR. "Ordenamiento Territorial del Estado de Chiapas, PEOT"
Enriqueta García. "Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Koppen", México, 1988

Facultad de Geografía-UNAM. Identificación de los tipos de red de drenaje para México escala 1:250000.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

García, Gerardo y otros. "Evaluación de la Biodiversidad de la Reserva Forestal de Ichkabal, Ejido de bacalar (Quintana Roo, México). Informe Final", PRONATURA Península de Yucatán-Banco Interamericano de Desarrollo, agosto de 2006

Gaviño, G., C. Juárez, y H. Figueroa. 1977. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Limusa, México. 251.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. "Programa de Ordenamiento Ecológico territorial de la región denominada Corredor Cancún-Tulum", 16 de noviembre de 2001.

Gondwe y otros. "Hydrologic Dynamics of the Ground-Water-Dependent Sian Ka'an Wetlands, Mexico, Derived from InSAR and SAR Data", Wetlands, Society of Wetland Scientists, 8 de Enero de 2010

Gondwe, Bibi. "Exploration, modeling and management of groundwater-dependent ecosystems in karst – the Sian Ka'an case study, Yucatan, Mexico" (PHD Thesis), Universidad Técnica de Dinamarca, Departamento de Ingeniería Ambiental, Dinamarca, Marzo de 2010

Goosem, M; Izumi, Y; Turton, S 2001. Efforts to restore habitat connectivity for an upland tropical rainforest fauna: A trial of underpasses below roads. Ecol. Manage. Restor. Vol. 2, no. 3, pp. 196-204.

Grupo de exploración Ox Bel ha. "Sistema Ox bel Ha", www.mexicocavediving.com
Gunn, John. "Encyclopedia of caves and karst science"

Gunson K. y D. Ireland, 2009. Project 400: building safer roads for motorists and wildlife in Ontario. Proceedings of the 19th Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference, Saskatoon, Saskatchewan, June 8-10, 2009.

Gutiérrez, Martha. "Biología y calidad del agua del acuífero norte de Quintana Roo", Teoría y Praxis, Universidad de Quintana Roo, 2007 Gutiérrez-Aguirre, Martha Angélica. "Estudio hidrológico del norte de Quintana Roo, México",

Universidad de Quintana Roo (UQROO), Unidad Cozumel, Cozumel, México, 2008

Halffter, G. y M. Favila. 1997. ¿Cómo medir la Biodiversidad?. In Sosa, V., Rodríguez y E. Portilla (eds). Políticas de uso y conocimiento de la biodiversidad en Veracruz. Instituto de Ecología, A. C. Fundación Frederich Eberth.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. 2ª. Edición. John Wiley and Sons, New York, U.S.A. 1177

Hausman, Heidi. "Responsible Development in Tulum, Mexico: Considering Water Quality and Subaqueous cave Locations", Universidad de Duke, Mayo de 2009

Hernández, Alberto y Bravo, Cirilo. "Resumen del huracán Emily del Océano Atlántico. Julio 11-20, 2005", Subdirección General Técnica, Unidad del Servicio Meteorológico Nacional, Subgerencia de Pronóstico Meteorológico, CONAGUA, 2005

Horvath, A., Naranjo, E. y J. Bolaños. 2010. Bases para el monitoreo de mamíferos silvestres. in *León-Cortés, J., Naranjo, E., Ramírez-Marcial, N., Rangel, J., Horvath, A., Muñoz, A. y M. Ishiki. Manual para el reconocimiento, evaluación y monitoreo de la diversidad biológica.* BIIA, ECOSUR. México. 119 p.

Howell S. y Webb S. 2005. A guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford University Press. California USA.

<http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/inicio.aspx>

INEGI, 2005. II Censo de Población y Vivienda 2005

INEGI, 2006. Anuario Estadístico de Quintana Roo

INEGI. "Carta edafológica F16-11 escala 1:250,000"

INEGI. "Carta geológica F16-11 escala 1:250,000"

INEGI. "Carta topográfica F16C78 escala 1:50,000"

INEGI. "Carta topográfica F16C88 escala 1:50,000"

INEGI. "Datos vectoriales F16C78 escala 1:50,000"

INEGI. "Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología", 2008

INEGI. "II Censo de Población y Vivienda 2005"

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Ingeniería civil y medio ambiente. 2010. Pasos de fauna, actualidad y futuro. Milliarium. 67 pp. Madrid.

Knudsen, J. W. 1966. Biological techniques. Harper and Row. New York. 1-185 pp.

Lazcano, Marco y otros. "Memorias de la reunión celebrada en la Universidad del Caribe el 21 y 22 de julio de 2008, Cancún, Quintana Roo", Seminario sobre la conservación de la zona norte de Quintana Roo, Reserva Ecológica El Edén A. C., 2008

Lazcano-Barreo M. A. y P. Navarro, 2010. Situación del jaguar y otros felinos en el SAR del Libramiento Tulum -Aeropuerto. Reporte Técnico. Conservemos México S. A, de C. V. 8 pag.

Leal, Rosa y otros. "Ocurrencia de productos farmacéuticos y patógenos potenciales en la parte noreste del acuífero de Quintana Roo", Seminario Análisis de la vulnerabilidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la Península de Yucatán", CICY, Mérida, Yucatán, 10 de Diciembre de 2009

Lee, J. (2000), "A field guide to the Amphibians and Reptiles of the of the Maya World", Cornell University Press, USA, 402 pp.

Ley Agraria (1992)

Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

Ley de Expropiación (1997).

Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de Estado de México

Ley Federal de Reforma Agraria,

Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (1972).

Ley General de Bienes Nacionales (2004)

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2005)

Ley General de Vida Silvestre

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Limón y otros. "Generación de los índices de vulnerabilidad para acuíferos: Comparación de métodos"

Lozano-Ortega, I. 2008. El rescate y la reinserción de fauna en el Neotrópico, el nuevo milenio. – En: Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Selección de Trabajos del VI Congreso Internacional. Perú. pp. 516-521.

Lugo y otros. "Rasgos Geomorfológicos Mayores de la Península de Yucatán", Revista del Instituto de geología, Universidad nacional Autónoma de México, volumen 10, número 2, 1992, p, 143-150

MacKinnon B. 2005. Aves y reservas de la Península de Yucatán. Amigos de Sian Ka'an.

MacKinnon B. 2009 Listado de las aves del Estado de Quintana Roo. Compilación.

MacKinnon B. 2010. Yucatán y sus aves. Artículo. Yucatán Birds.

<http://www.yucatanbirds.org.mx/espanol/aves/yucatan.php>.

MacKinnon de Montes, B. 1978. The Birds of Cobá, Quintana Roo. 9p. Reporte para INAH.

MacKinnon de Montes, B. 1978. The Birds of Tulum, Quintana Roo. Mexican Birds

Newsletter, Vol 3:No. 1:11-14.

Mackinnon, B. 2010. Fichas técnicas de aves de atención especial por ser endémicas, migratorias o encontrarse bajo alguna categoría dentro de la NOM-059-2001, registradas en el trazo del Libramiento Tulum -Aeropuerto. Reporte Técnico. Conservemos México S. A, de C. V. 49 pags.

MacKinnon, B., Hidalgo A., Grosselet M. 2009 200 aves de la Península de Yucatán. Niños y Crías AC. CD interactivo. México.

Mapstone, B.D. 1995. Scalable Decision Rules for Environmental Impact Studies: Effect Size, Type I, and Type II Errors. *Ecological Applications* 5(2): 401-410.

Martínez, Evelyn. "Trayectorias, campos máximos de viento y oleaje de Emily, Stan y Wilma", ERN, 23 de febrero de 2006

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Martínez, P. 2008. Diversidad de reptiles en dos sistemas productivos de X-Hazil y Anexos, Quintana Roo. Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo rural. ECOSUR. San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Medellín, R., H. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los Murciélagos de México. Clave de Campo. Asociación de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales Núm. 2. México, D.F. 83 pp.

Meffe, G.K. y C.R. Carroll. 1994. Principles of conservation biology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. 599 pp.

Metcalf, Chris y otros. "Domestic wastewater as a source of contaminants in freshwater aquifers in the Mayan Riviera tourism region of Mexico", Laboratorio de Ciencias Marinas, CINVESTAV, Mérida, Yucatán

Metcalf, Chris. "Tracking the sources of coastal zone contamination in the Maya Riviera Region of Mexico", Caribbean Coastal Pollution Project (CCPP), Universidad de Trent Universidad de las Naciones Unidas, 11 de diciembre de 2009

Metcalf, Chris. "Wastewater contamination in Freshwater Aquifers in the Maya Riviera, Mexico". Universidad de Trent, Peterborough, Caribbean Coastal Pollution Project, Ontario, Canadá, 2 de Diciembre de 2009

Ministerio de Medio Ambiente, 2006. Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reducción de la fragmentación de Hábitats causada por la infraestructura de transporte. Número 1. O.A. Parques Nacionales 108 pp. Madrid.

Minton, Mark. "Long Caves of Mexico", Julio de 2009

Mollinedo, Nancy. "Caracterización Geológica del Karst en los cuadrángulos Caquipec y Senahú, Alta Verapaz", Mayo de 2005

Morales, Juan José. "Los humedales, un mundo olvidado", Amigos de Sian Ka'an, 2006

Morales, Juan José. "Los huracanes en la Península de Yucatán"

Morales, Judith Adriana. "Estrategia de manejo y conservación de recursos hídricos para la

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

zona de influencia norte de la reserva de la biosfera Sian Ka'an (RBSK)", Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales, Maestría en gestión Integrada de Cuencas.

Municipio de Solidaridad. "Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030", H. Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad 2005-2008, Junio de 2007

Municipio de Solidaridad. "Medio físico. Hidrología subterránea. Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030", H. Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad 2005-2008, Junio de 2007

Municipio de Solidaridad. "Medio físico. Hidrología superficial. Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030", H. Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad 2005-2008, Junio de 2007

Municipio de Solidaridad. "Zonificación y Usos de suelo. Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030", H. Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad 2005-2008, Junio de 2007

Municipio de Solidaridad. Predios catastrales

Muñoz A. y M. A, R. Bolom Huet, C. Cruz Parra y M. A. Lazcano Barrero. 2010. Evaluación Faunística del Trazo Carretero Libramiento Tulúm - Aeropuerto: Anfibios y Reptiles.

Reporte Técnico. Conservemos México SA de CV 29 Págs. 3 Anexos.

Navarro, P. M. A. Lazcano-Barrero y E. J. Torres. 2010. Muestreo de Felinos y Mamíferos Medianos en el Libramiento de Tulúm, Quintana Roo. Reporte Técnico. Conservemos México S. A, de C. V. 21 pag. 3 Anexos

Neves J. y Thomas. Ch. "Ten Years in the Mayan Caves. The YUC expeditions"
Pacheco, A., J. Novelo y J. Puc. 2010. Avifauna de la zona de influencia del Proyecto "Libramiento Tulúm. Reporte Técnico. Conservemos México S. A, de C. V. 27 pags. 3 anexos.

Pearman, P. B., A. M. Velasco, y A. López. 1995. Tropical amphibian monitoring: a comparison of methods for detecting inter-site variation in species composition. Herpetológica 51: 325-337.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Peterson R. T., Chalif Edward L. 2006. A field guide to Mexican birds. Mexico, Guatemala, Belize, El Salvador. The Peterson field guide series. Houghton Mifflin Company. National Audubon Society.

Pettingill, O.S. Jr, 1969. Ornithology in the laboratory and field. Cuarta Edición. Comp. Minnesota. XVII.

Pisani, G.R., y J. Villa. 1974. Guía de técnicas de preparación de anfibios y reptiles. Soc. Study Amph. Rept. Herp. Circ. 2:1-28.

Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Tulum, H. Ayuntamiento de Tulum, Qroo

Plan estatal de Desarrollo 2005-2011, del gobierno del estado de Quntana Roo

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Pope, K.O. "Surficial geology of the Chicxulub impact crater", Kluger Academic Publishers, pp. 94-100

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Corredor Cancún-Tulum

Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, Presidencia de la República Mexicana

<http://www.infraestructura.gob.mx>

Programa Sectorial de Logística 2005-2011, Gobierno del estado de Quintana Roo

Programa Subregional de Desarrollo Urbano de la Región Caribe Norte, Seduma, Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Proyecciones de la población económicamente activa de México y de las entidades federativas 2000-2050, Partida Bush Virgilio, CONAPO, 2004

QRSS. "Lista de cuevas inundadas por longitud de Quintana Roo México", Quintana Roo

Speleological Survey, <http://www.caves.org/project/qrss>, 2010

Reid, F. A. 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southern Mexico.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Oxford University Press, New York, 334 pp.

Reid, F. 1997. A Field Guide to the Mammals of central America Southeast México. Oxford. University Prees. USA. 334 pp.

Reijnen, R., Foppen, R. and Veenbaas, G. 1997. Disturbance by traffic of breeding birds:

Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors.

Biodiversity and Conservation 6: 567-581

Reserva Ecológica El Edén. "Propuesta de Reserva Hidrológica", 2010

Rheindt, F.E. 2003., The impact of roads on birds: Does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? *Journal fur Ornithologie* 144(3):295-306.

Richard, Simon. "Controles de la profundidad de cuevas y flujos de agua subterránea basados en la estratigrafía de rocas: Observaciones en cuevas secas e inundadas en Quintana Roo", Foro estatal de investigación científica y desarrollo tecnológico "El sistema hidrológico de Quintana Roo, Octubre de 2010

Richards y Richards. 2007. "Overview of the geology and hidrology of coastal Quintana Roo",

www.cave-exploration.com,

Ríos, Miriam. "Herramientas y técnicas para la identificación de fracturas y discontinuidades en imágenes detectadas por sensores remotos", Michigan Tech, Quito, Ecuador, 8 de Julio de 2008

Robert A. Long, Therese M. Donovan, Paula Mackay,, William J. Zielinski, Y Jeffrey S.

Buzas. 2006. Comparing Scat Detection Dogs, Cameras, and Hair Snares for Surveying

Carnivores *Journal of Wildlife Management*:. 2018–2025.

Roedenbeck, I. A., L. Fahrig, C. S. Findlay, J. E. Houlahan, J. A. G. Jaeger, N. Klar, S.

Kramer-Schadt, y E. A. Van der Grift. 2007. The Rauschholzhausen agenda for road ecology. *Ecology and Society* 12(1):11.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Ruediger, B. & M, DiGiorgio. 2007. Safe passage: A user's guide to developing effective highway crossings for carnivores and other wildlife. The Southern Rockies Ecosystem Project. 20 pags.

Schluter, D. y R.E. Ricklefs. 1993. Species Diversity: an introduction to the problem. En:

Ricklefs, R.E. y D. Schuter. Species diversity in ecological communities. The University Chicago Press. 1-10 p.

SCT, 2007, Programa Nacional de Carreteras, <http://dgcc.sct.gob.mx/index.php?id=496>

SCT, Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012

SCT. "Carta de infraestructura del sector comunicaciones y transportes", Dirección general de Planeación, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Chetumal, Quintana Roo, 2008

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental, especies nativas de flora y fauna silvestres de México, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, y lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010. Norma Ecológica Mexicana SEMARNAT 2001- Consultado en: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20vigentes/NOM-ECOL-059-200.pdf>.

SEMARNAT, Estado de Quintana Roo, <http://www.semarnat.gob.mx/ESTADOS/MEXICO/INFORMACIONAMBIENTAL/Pages/inicio.aspx>

SEMARNAT, Normas Oficiales Mexicanas (NOM), Leyes y Normas,

SEMARNAT. 2010. Manifestación de

impacto ambiental. Portal electrónico.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Http://www.semarnat.gob.mx/estados/nuevoleon/servicios/concesionesypermisos/impacto ambiental/pages/manifestaciondeimpactoambiental.aspx.

Servicio Meteorológico Nacional. “Normales climatológicas por estación”, CONAGUASEMARNAT, n2010, México, D.F.

Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) Ver. 7.0 INAFED. SEGOB, 2006
Smart y otros. “Cave development of the Caribbean coast of the Yucatan Peninsula, Quintana Roo, Mexico”, Geological Society of America, Special paper 404, 2006

Smith, D. J. 2003. Monitoring wildlife use and determining standards for culvert design. The Florida Department of Transportation & Department of Wildlife Ecology and Conservation 87pp.

Society of Akumal’s Vital Ecology SAVE. “Aguas con los cenotes”, www.saverivieramaya.org

Society of Akumal’s Vital Ecology SAVE. “Cenote palomita colapsa”, www.saverivieramaya.org, 28 de enero de 2009

SSA. “Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental.

Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”, Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 22 de noviembre de 2000

Supper y otros. “Spatial mapping of submerged cave systems by means of airborne electromagnetics: an emerging technology to support protection of endangered karst aquifers”, Near Surface Geophysics, European Association of Geoscientists & Engineers, 2009, 613-627 pp.

Tarback y Lutgens. “Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la Geología Física”, 8ª edición, Pearson-Prentice Hall, traducción AMR traducciones científicas, Madrid, España, 2005
Torres, Olmo. “Riviera maya: reserva del acuífero”, revista Espacio Profundo, Comisión Nacional de Buceo

USGS. “Geology, Ground-Water Hydrology, Geochemistry, and Ground-Water Simulation of the Beaumont and Banning Storage Units, San Gorgonio Pass Area, Riverside County, California”

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Velázquez y Mas. “Regionalización ecológica a nivel regional 1:4,000,000 y compatibilización de leyendas niveles III, IV y V. Regionalización Geomorfológica”, INE-SEMARNAT, Diciembre de 2001

Worthington y otros. “Porosity and permeability enhancement in unconfined carbonate aquifers as a result of solution”

www.agua.org.mx

www.cave-exploration.com

www.caves.org/project/qrss

www.cityprops.com , “Los Árboles Tulum. A Mayan jungle hideaway”

www.espacioprofundo.com, “Espacio profundo. Una fantasía bajo el agua y algo más...”, Número 88, 2006

www.mexicocavediving.com

www.noaa.gov

www.saverivieramaya.org

www.wikipedia.org

www.yucatan.gob.mx



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

CAPITULO

VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGÍCOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGÍCOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Metodologías utilizadas

VIII.1.1. Método para delimitar el Sistema Ambiental Regional (SAR)

Se utilizó como herramienta los sistemas de información geográfica SIG utilizando el software Arc Gis 10.1., aunada la evaluación mediante la técnica de sobreposición de capas vectoriales disponibles de las diferentes instituciones tales como:

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).
- Estudios del Inventario Nacional Forestal (INF).
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
- CONAGUA, INEGI e INE para aspectos hidrográficos.

Una vez estandarizada la cartografía a una proyección UTM (Universal Trasversal of Mercator) del área de estudio se procedió acotar lo que abarcaría el Sistema Ambiental Regional, considerando las capas de:

- Climas

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Uso de suelo y vegetación
- Edafología
- Topoformas
- Curvas de nivel
- Poblaciones y Localidades
- Subcuencas (principalmente las que intervienen en el trazo).

Como primer paso, se proyectaron los tipos de climas presentes de forma general a una escala mayor en donde se abarcará la totalidad del proyecto. Posteriormente se trató de percibir si con esta capa existe un límite natural que pueda ir acotando un Sistema Ambiental. Esta capa es un factor importante para los límites este oeste del Sistema Ambiental Regional con límite semicálido subhúmedo aunque aún sin definir claramente dichas limitantes.

Después de consultar todos los recursos cartográficos del medio abiótico y biótico (vegetación), se procedió a explorar las características hidrográficas de la zona que quedo parcialmente limitada con la capa de climas, curvas de nivel y topoformas. La regionalización consistió en la selección de una determinada área, conservando unidades espacialmente homogéneas en lo referente a parámetros del medio ambiente abiótico y biótico. En cada una de estas unidades ambientales se analizó su estructura, funcionamiento y diferenciación entre ellas, con el fin de permitir caracterizar los efectos que el proyecto como el que nos ocupa, puede ocasionar en ellas. En la definición del sistema ambiental regional, fue necesario utilizar de forma jerarquizada, criterios geomorfológicos, hidrológicos, florísticos, distribución de fauna y sociales, así como la delimitación sociopolítica de la zona, con la intención de identificar unidades espaciales homogéneas tanto en su estructura como su función.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

La cuenca hidrográfica es la unidad morfográfica superficial, delimitada por divisorias (“Parte Aguas”) desde las cuales escurren aguas superficiales. Al interior, las cuencas se pueden delimitar o subdividir en sub-cuencas o cuencas de orden inferior, asimismo se pueden diferenciar zonas caracterizadas por una función primordial (cabecera-captación y transporte-emisión) o por su nivel altitudinal (cuenca alta, media y baja).

La delimitación de una subcuenca está basada en criterios conjuntos entre el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Instituto Nacional de Ecología (INE), y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). La metodología está disponible en el documento técnico de Cotler y colaboradores (2007). Al respecto, el proyecto quedo embebido en la cuenca del Rio Balsas - Mezcala y a su vez en la subcuenca Mezcala - Grande.

De acuerdo a lo anterior se sabe que las cuencas hidrográficas siguen siendo consideradas como la unidad del territorio fundamental para la planeación y el manejo de los recursos naturales. Para el caso de la delimitación del SAR del proyecto se adoptaron los criterios de Cotler *et al.*, (2007) y se estableció la cuenca y subcuenca **RH 32ª QUINTANA ROO**, como el área de estudio ideal por las siguientes condiciones:

1. Por estar limitada con variables topográficas e hidrológicas.
2. Por presentar consistencia y coincidencia con los límites previamente establecidos con la capa de climas y topoformas.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

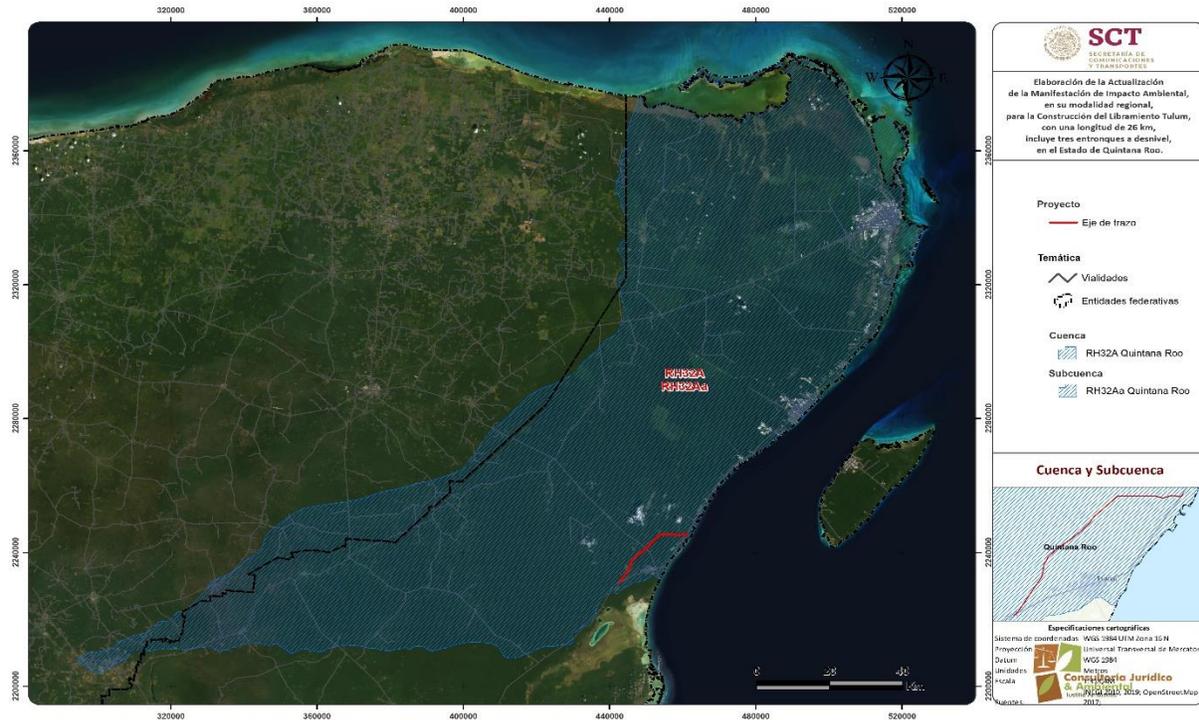


Figura 1. Cuenca y subcuenca, área de estudio Libramiento Tulum, Quintana Roo.

VIII.1.2. Medio físico

VIII.1.2.1. Metodología para el medio físico en general

Se recabo información de fuentes bibliográficas para establecer un marco de referencia sobre los diferentes componentes del medio físico en la zona.

Se consultaron bases de datos y mapas temáticos editados principalmente por INEGI: Provincias fisiográficas, climas, precipitación, edafología, geología e hidrología. También se consultaron publicaciones con descripciones del medio físico a escalas 1:5,000,000 para extraer la información correspondiente a la zona de estudio.

Otras bases de datos consultadas para la descripción de las condiciones climáticas de la zona de estudio, fueron las publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional y la CONAGUA, que llevan

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

registros de al menos los últimos 30 años para la mayoría de las estaciones meteorológicas en el país. En este caso, se utilizaron los datos de 12 estaciones meteorológicas (las más cercanas a la zona en cuestión).

En el trabajo de campo se llevó a cabo la verificación de toda la descripción del medio físico, principalmente del mapa geomorfológico. De este solo se corrigieron algunas unidades en su extensión y límites con respecto a otras unidades. Del resto de los mapas temáticos se hicieron verificaciones; únicamente el mapa edafológico se enriqueció con la descripción de perfiles de suelo.

Los puntos donde se realizaron verificaciones y descripciones fueron registrados con un GPS para su posterior proyección en un mapa, según fuera requerido.

Con los datos de campo y las verificaciones, se procedió a la elaboración del mapa geomorfológico final, los programas utilizados para su edición final fueron los sistemas de información geográfica SIG utilizando el software Arc Gis 10.1.

Se hizo la descripción detallada de todos los aspectos físicos que se encuentran en la zona de estudio; con ello se realizó la mayor parte del capítulo IV.

VIII.1.3. Medio biótico

VIII.1.3.1. Metodología para vegetación

a) Trabajo de gabinete

Se recabo información de fuentes bibliográficas para establecer un marco de referencia sobre los diferentes tipos de vegetación en la zona.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Mediante el uso de los mapas topográficos y de vegetación de INEGI escala 1:50,000, se delimitaron las diferentes coberturas de vegetación y uso del suelo.

Con las unidades delimitadas se creó un mapa base y se definieron los 41 sitios de muestreo y verificación para recabar la información requerida para el trabajo en campo.

Adicionalmente, se revisaron listas florísticas para tener una idea de las especies vegetales que se tienen reportadas para el estado dándole prioridad a las que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El trabajo de campo consistió en el reconocimiento y caracterización de las comunidades vegetales existentes en el trazo del trazo carretero y zonas adyacentes, así como la colecta y prensado de los ejemplares no identificados durante el recorrido. Esta actividad se desarrolló de la siguiente manera:

1. Con cartografía en mano, equipos de medición y bitácoras para registro, se recorrió el trazo de la línea del proyecto carretero, con los propósitos de: a) ubicar los puntos de verificación/muestreo previamente definidos; (b) aplicar las técnicas de muestreo correspondientes; (c) verificar las comunidades vegetales citadas en bibliografía y su composición florística, y (d) verificar su estado de conservación/perturbación.

Una vez recabada la información de campo, se procedió con la identificación de las especies colectadas, descripción y análisis de las comunidades vegetales.

VIII.1.3.2. Metodología para fauna

La metodología estuvo orientada a determinar las especies de vertebrados terrestres presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR) por medio de técnicas y métodos de observación y captura de vertebrados en los Puntos de Muestreo (PM) seleccionados y a lo largo del trazo. Para el inventario preliminar de las especies observadas en campo,

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Se realizaron muestreos, los cuales se llevaron a cabo en los distintos hábitats presentes en el área de estudio del proyecto. En los sitios de muestreo seleccionados, se realizaron censos faunísticos por medio de transectos lineales y cuadrantes, así como observaciones directas.

El inventario preliminar de la fauna silvestre del área de estudio, ayuda a inferir, con base a la distribución y asociación de cada especie a los distintos tipos de vegetación, la abundancia y riqueza de especies de vertebrados (Lazcano-Barrero *et al.*, 1992). Además de las especies susceptibles a ser impactadas por el emplazamiento del proyecto. Para el inventario taxonómico de las especies (Listado de especies) se realizaron muestreos, los cuales se llevaron a cabo en los distintos hábitats presentes en el área de estudio.

El proceso desarrollado para la selección final de los sitios de muestreo, consistió en tres etapas:

a) Etapa I: Revisión bibliográfica

Se consultaron publicaciones sobre la fauna relacionada con el área de estudio o zonas cercanas a esta.

Como resultado de la anterior, se integró un listado bibliográfico preliminar de las especies de vertebrados reportados para el área en cuestión, con la finalidad de conocer el tipo de precauciones y cuidados que se deben tener sobre la fauna que caracteriza la zona. Además, a dichas especies se les asignó su estado de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Para el orden filogenético se consideraron los trabajos de Flores-Villela (1993), Frost (2007), American Ornithologist's Union (2007), y Ramírez-Pulido *et al.* (2005). Asimismo, se utilizaron los nombres comunes que menciona Escalante *et al.* (1996) e ITIS (2008).

b) Etapa II: Trabajo de campo

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

El trabajo de campo incluyó la observación, colecta y liberación de vertebrados terrestres, empleando Puntos de muestreo a lo largo de la trayectoria de la carretera; estos métodos pueden ser directos (observación, captura y liberación de ejemplares) o indirectos (búsqueda de evidencias: huellas, heces, cadáveres o entrevistas informales con gente de la región). Para los diferentes grupos taxonómicos se utilizó la siguiente metodología:

El objetivo del estudio consistió en realizar un inventario preliminar de la fauna, en áreas representativas de la vegetación existente, que puede servir para futuras evaluaciones y para la elaboración de planes de manejo de la región.

Se formó un equipo de especialistas, el cual se organizó para las diferentes actividades realizadas durante el estudio, se coordinó y supervisó el trabajo de campo y de laboratorio y se identificaron los ejemplares que no se pudieron identificar en campo.

Las metodologías empleadas estuvieron dirigidas a:

- 1) Clasificación del hábitat; se realizó basado en las características fisonómicas de la vegetación, las cuales reflejan la condición actual del hábitat.
- 2) Recopilación de la Información; sobre la presencia de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos presentes en la zona de estudio.
- 3) Registro de especies; Observación, captura-liberación y determinación taxonómica de las especies de vertebrados presentes en el área de estudio.
- 4) Estimación de la riqueza y abundancia; durante el trabajo de campo.

Para el informe preliminar de campo se llevó a cabo un recorrido general del área del proyecto con el fin de seleccionar de manera preliminar los diferentes sitios de muestreo. Posteriormente

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

se procedió a realizar un reconocimiento de cada uno de los sitios, para determinar en qué estado se encontraban y su accesibilidad, introduciéndose a pie en zonas de difícil acceso.

Los equipos responsables del trabajo de campo visitaron los sitios de muestreo en el mes de octubre de 2019. Una vez identificadas las especies que se capturaron fueron liberadas; de lo contrario se fotografiaron y se obtuvieron datos importantes para su plena identificación con Guías de campo, y en instancia final se procede a la colecta de la especie no determinada en campo para una futura identificación por personal especialista de las principales universidades del país. En caso de coleccionar y posterior a su identificación taxonómica, se ingresan a las colecciones científicas respectivas. Cabe mencionar que las técnicas y trampas empleadas para la captura de las diferentes especies de vertebrados son las más apropiadas para Reducir riesgos de mortandad en los especímenes capturados.

Las actividades del trabajo de campo están dirigidas hacia los siguientes grupos de vertebrados:

c. Anfibios y Reptiles

La observación, captura y liberación de anfibios se realizó por medio de la selección específica del hábitat, durante la noche aproximadamente entre las 20:00 a 24:00 hrs. Además de búsqueda de los micro hábitat durante el día.

El muestreo de anfibios se llevó a cabo cerca de los cuerpos de agua, en cada sitio se anotó el número de individuos de cada especie observados, con el fin de calcular la abundancia.

Para identificar las especies de anuros (ranas y sapos) se usaron sus cantos, particularmente los de anuncio que son especie-específicos, con ello determino cuales especies se encontraban presentes en los lugares de estudio, aun cuando no fuesen vistas.

Para complementar estas observaciones se utilizaron otras técnicas: captura con red de cuchara, preguntas a los habitantes de la zona, así como observaciones directas y en algunos casos con

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

apoyo de binoculares. Las técnicas de muestreo usadas son consideradas como parte de los métodos estándares para el inventario y monitoreo de los anfibios y reptiles (Scott 1982, Heyer *et al.*, 1994, Thompson *et al.*, 1998).

Los reptiles se colectaron a través de transectos al azar en los diferentes tipos de vegetación presentes en cada punto de muestreo durante dos periodos de muestreo, de las 10:00 a las 12:00 hrs., y de las 16:00 a las 18:00 hrs. Además, se realizaron algunos muestreos durante la noche (particularmente para los reptiles de actividad nocturna). Para ello, se caminó lentamente a través del área elegida revisando cada micro hábitat potencial: troncos de árboles huecos y hendiduras, tocones, bajo troncos caídos o piedras, entre la hojarasca, plantas epifitas, grietas, charcas temporales y permanentes.

La colecta de los ejemplares se hizo directamente con la mano, en algunos casos con ayuda del gancho y pinza herpetológica, en otros casos se registró la presencia de las especies por métodos indirectos: cadáveres, huesos, mudas, etc.

El hábitat para este grupo de vertebrados tiene buenas condiciones ambientales, lo cual se relaciona por la presencia de humedales dentro del Sistema Ambiental Regional.

Búsqueda utilizando vocalizaciones de aves y observaciones directas para documentar la presencia de especies. Estos dos métodos son complementarios ya que algunas especies se registran mejor con redes de niebla y otras por medio de vocalizaciones y observaciones visuales. Se documentó la presencia especies catalogadas en diversas categorías denominadas de interés especial. Entre estas categorías se incluyen: protección especial, amenazadas y las consideradas en peligro de extinción, las cuales son de interés científico debido a su restringida distribución, rareza, o estado migratorio.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Las observaciones y colecta de aves se efectuaron en los puntos de muestreo de cada tipo de vegetación o en su caso en puntos estratégicos. Para los avistamientos de aves se utilizaron binoculares con aumento de 10 x 50, además la presencia y registro de este grupo faunístico se realizó mediante el apoyo de una cámara fotográfica digital de zoom óptico de 18x. Posterior a la identificación, con ayuda de guías de campo como A Guide to the birds of México and Northern Central America (Howell y Webb, 1995), Aves de México (Peterson y Chalif, 1998) y The Audubon Society Guide to the North American Birds (Udvardy, 1977).

El conteo de individuos es una técnica utilizada para aves y otros grupos taxonómicos (Bookhout 1994). Su práctica es relativamente sencilla y se basa en la selección de puntos de conteo de forma aleatoria o sistemática utilizando un distanciamiento adecuado entre puntos. Para cada punto de conteo se fija un área dependiendo del tipo de cobertura donde se realice el estudio (comúnmente es el área que cubre un círculo) y de acuerdo a las especies de aves (Walter *et al.*, 2004, Kurusawa y Askins 2003, Donnelly and Marzluff 2004). Dentro de cada punto de conteo se fija el tiempo durante el cual se contara el número de individuos y el número de especies (Bookhout 1994); básicamente se utiliza el avistamiento y el canto para discriminar entre especies (Donnelly and Marzluff 2004). La línea del transecto es otro método comúnmente utilizado para la estimación de abundancia y riqueza de aves, y se utiliza en combinación con los puntos de conteo (Beier *et al.*, 2002, Ornelas *et al.*, 1993). La técnica se basa en caminar a una velocidad lenta sobre un transecto lineal, cuya distancia fuera previamente fijada (Beecher *et al.*, 2002; Ornelas *et al.*, 1993); Durante dicho trayecto se cuenta e identifica las especies. La abundancia relativa se determinó con el número de ejemplares colectados en redes y los observados en cada punto de verificación, para ello se usó el índice de abundancia propuesto por González-García (1992) y Bibby *et al.* (2000).

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

d. Métodos de muestreo directo

Para la captura de mamíferos pequeños no voladores (marsupiales pequeños, ratones y ratas), se emplearon trampas de aluminio tipo Sherman. En promedio se usaron 10 trampas dispuestas en transeptos lineales de 100 m, y colocadas a distancias entre 5 a 10 m, durante 10 días consecutivos en diferentes puntos de muestreo. A cada trampa se le coloca como cebo una mezcla de avena con vainilla y plátano (Day *et al.*, 1987), colocando cada trampa en áreas firmes preferiblemente rocosas y con pendientes moderadas, además se orientó la entrada de la trampa hacia el interior de la vegetación o zonas de refugio, colocándolas en un transecto longitudinal, separadas una de la otra aproximadamente cada 10 m (Hall, 1981); las trampas se colocan al atardecer o anochecer y se revisaron durante las primeras horas del día siguiente (Romero *et al.*, 2000). Posteriormente, se determinaron las especies capturadas utilizando la guía para las especies de mamíferos pequeños de México.

El esfuerzo de captura para mamíferos no voladores se calculó con el número de trampas colocadas en cada hábitat por estación del año multiplicado por los días de muestreo (trampas/noche). El éxito de captura se calculó con el número total de capturas de todas las especies y por especie dividida entre el número de noches trampa y entre el número de trampas expresado en porcentaje.

Para el registro de mamíferos medianos, debido a las circunstancias sociales del área, no se realizaron recorridos nocturnos “lampareos”, por lo que se emplearon trampas Tomahawk, colocando cada trampa, en cada tipo de vegetación, el cebo para estas trampas debe ser oloroso y se deben mantener las trampas cuando menos dos días en el mismo sitio, en este caso no se empleó este tipo de trampas, para ello se efectuó captura directa, apoyándose en los métodos de muestreo indirecto.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Asimismo, se realizaron entrevistas a pobladores locales para obtener información sobre la presencia de mamíferos grandes, hábitos, consumo local, frecuencia de caza, tiempo invertido en la caza, etc. Además, se registró información del uso que se da a los animales cazados o capturados como por ejemplo alimenticio, mascotas, medicinal, entre otros.

Posteriormente, se identificaron las especies con ayuda del manual “Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México” (Aranda, 2000). Los métodos antes descritos permiten obtener índices de diversidad de las especies.

La identificación de las especies se realizó con las guías de campo, Guía de Campo de los Mamíferos de México.

VIII.1.3.4. Estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales

Las medidas que son agrupadas dentro de la “Mitigación” de los impactos ambientales generados por un proyecto, buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Su función es maximizar la compatibilidad e integración del proyecto en su ambiente biótico, físico y socioeconómico.

Las medidas fueron clasificadas de la siguiente manera:

- 1) PR: de Prevención**, aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- 2) MI: de Mitigación**, aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis, se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- 3) RE: de Restauración**, acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

4) CO: de **Compensación**, acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

5) CN: de **Control**, su propósito es asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y/o acciones del proyecto.

Estas a su vez fueron agrupadas en función del tipo de medida por adoptarse, ya que ello facilito la asignación y seguimiento de los responsables de su ejecución y cumplimiento. La agrupación fue la siguiente:

CA: Consideraciones de tipo Ambiental.- destinadas a mantener o recuperar un estado de equilibrio aceptable en el ambiente.

EC: Especificaciones de Construcción.- modificación o adición de obras civiles dirigidas a lograr un mejor desarrollo del proyecto dentro del entorno ambiental, minimizando o eliminando posibles impactos.

NR: Normatividad y Reglamentos.- acciones dentro de un marco normativo específico; así como creación de reglas y reglamentos particulares de la obra que deban ser observados.

PS: Programas Sociales.- acciones tendientes a lograr una mejor integración del proyecto en el entorno socio-económico del sitio.

EA: Estudios Adicionales (en caso de ser necesarios).- la falta de información referente al sistema ambiental y su respuesta ante un posible impacto, dificulta la elaboración de medidas de mitigación del mismo, por lo que se requiere una base de información COMPLEMENTARIA más sólida.

La experiencia en la evaluación de impactos y propuestas de medidas de mitigación en otros proyectos carreteros y no carreteros, nos han permitido optar por presentar las medidas de mitigación a manera de fichas técnicas. Estas facilitan su lectura, evaluación y pueden ser agrupadas y organizadas para optimizar su realización por parte de las contratistas que realicen

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

las obras, por ello, en este estudio se presentan las medidas propuestas de atención a impactos a manera de fichas técnicas. Asimismo, la adecuada planeación de la realización de estas medidas dentro del cronograma de ejecución de los trabajos propios de la obra, permitirá una mejor realización de la misma.

VIII.1.3.5. Metodología para la construcción y análisis de escenarios y, en su caso, de alternativas del proyecto

Para visualizar el estado que guardan los componentes del sistema ambiental, y poder evaluar sus cambios esperados a futuro, se seleccionaron algunos componentes ambientales como indicadores del desempeño del sistema, mismos que fueron evaluados dentro de cada unidad de paisaje para establecer el estado de calidad ambiental promedio de cada una de estas dentro del sistema.

VIII.2. Análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional

Como se señaló anteriormente, el principal proceso de cambio en el sistema ambiental regional lo constituye la presencia antrópica. La actividad humana tiende a modificar el sistema para su aprovechamiento, desmontando para instalación de viviendas, comercios, huertos o bien, introduciendo ganado para aprovechamiento de pastos y brotes juveniles de plantas. Los procesos de cambio, principalmente aquellos que conllevan deterioro en la zona, se espera que sigan ocurriendo ya que buena parte de ellos están asociados a la presencia y actividad humana. Motivo de ello se analizó analiza la relación entre los cambios en los factores ambientales en función del incremento poblacional y la presencia de proyectos viales. Esta relación permitirá hacer una modelación general de la evolución esperada en cada factor (indicador) ambiental en función del incremento poblacional.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

Para esta evaluación se partió de una relación hipotética lineal entre la calidad de sitio y el efecto antrópico general actual; considerada conjuntando la presencia antrópica actual observada y el efecto de otras carreteras existentes. Lo anterior en función de que se considera que el principal factor que ocasiona el deterioro ambiental en la zona es la actividad humana inducida por el propio crecimiento urbano.

De ahí que se considera que los sitios sin acceso o presencia antrópica son los que presentan mejor calidad, mientras que los sitios con alta presencia y acceso antrópico son los más deteriorados.

VIII.3. Construcción de escenarios futuros

Como se señaló anteriormente, la presencia o acceso antrópico en el SAR es muy importante en la determinación del escenario del sistema para los próximos 5, 10 o 20 años. Este cambio se encuentra fuertemente ligado al acceso antrópico y la existencia de sitios con o sin asentamientos humanos o aprovechamiento agrícola o ganadero.

La metodología empleada se describe en el apartado correspondiente para facilitar su interpretación.

VIII.3.1. Metodología para la estimación de los impactos socioeconómicos y la valoración económica de las medidas de mitigación por implementarse

La **metodología básica** que se propone para integrar la **dimensión socioeconómica** en el estudio de la manifestación de impacto ambiental tiene **cuatro procedimientos básicos** que están asociados a la determinación de los bienes y servicios ambientales que se pierden:

a) Estimación regional de las tendencias socioeconómicas y sus consecuencias ambientales SIN la construcción del proyecto.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- b)** Estimación regional de las tendencias socioeconómicas y sus consecuencias ambientales CON la construcción del proyecto, pero antes del establecimiento de cualquier medida de mitigación o condicionante por la autoridad ambiental, para evitar, minimizar o compensar afectaciones.
- c)** Comparación de los resultados obtenidos entre **(a)** y **(b)** y a partir de las diferencias observadas, aplicación de métodos de valoración económica para determinar el monto de la fianza máxima para indemnizar por los impactos ambientales y socioeconómicos que no se corrijan.
- d)** A partir de la fracción de danos evitables a través de las medidas de mitigación, estimar el monto restante de la compensación necesaria por los impactos residuales y reducir la pérdida “neta” a cero por los gastos de indemnización ambiental. En esta parte también se considerara el tiempo que tomara realizar las restauraciones, así como la probabilidad de éxito de las mismas a fin de asegurar una compensación por el tiempo que la sociedad deja de contar con los bienes y servicios ambientales afectados.

Para los procedimientos **(a)** y **(b)** se aplicaran modelos econométricos que permitan predecir las tendencias de la actividad económica y la dinámica social así como sus implicaciones ambientales medidas a través de indicadores simples como superficie con cobertura, zonas bajo riesgo, diversidad biológica de las zonas en riesgo, etc. Estos modelos se tendrán que adecuar según las características del proyecto en cuestión y el tipo de ecosistema que sea afectado.

En la siguiente sección se presenta un ejemplo del tipo de modelos que serán aplicados; en este caso referido al incremento de riesgo por entronización/deforestación.

VIII.4. Elementos de información de soporte al estudio

Ninguno en particular.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

VIII.4.1. Resultados de los levantamientos botánicos, faunísticos, edafológicos y/o entrevistas efectuadas

En los siguientes anexos se presentan los resultados de:

- Listado florístico.
- Resultados del levantamiento eco edafológico.
- Resultados faunísticos.

VIII.4.2. Cartografía y operaciones cartográficas

Impresiones a doble carta de los **mapas generados** durante el desarrollo de este estudio: se presentan dentro de los capítulos correspondientes.

VIII.5 BIBLIOGRAFÍA

- American Ornithologists Union (AOU). 2003. Checklist of North American Birds. 7a edición, American Ornithologists Union, Washington, DC. 829 pp.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, México. 212 pp.
- Behler, J. L. y F. W. King. 2002. Field guide to reptiles and amphibians of North America. The National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. Published, New York. 744 pp.
- Beier, P., M. Drielen y B. Kankam. 2001. Avifaunal collapse in West African forest fragments. Conservation Biology 16: 1097-1111.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D. y Hill, D.A. 2000. Bird Census Techniques. Academic Press, London
- Bookhout, T.A. 1994. Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats. Allen Press Inc. 730 pp.

ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Donnelly, R. y J. Marluff. 2004. Importance of reserve size and landscape context to urban bird conservation. *Conservation Biology* 18: 733-745.
- Escalante, P., A. M. Sada y J. R. Jil. 1996. Listado de Nombres Comunes de las Aves de México. CONABIO.
- Flores -Vilella, O. 1993. Herpetofauna Mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies. *Carnegie Museum of Natural History Special Publication* N° 17. Pittsburgh, EUA.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. Vols. I y II. 2a. ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1181 pp.
- Howell, S. N.G. y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, 851 pp.
- Ornelas, J., M. Arizmendi, L. Márquez, M. Navarajito y H. Berlang. 1993. Variability profiles for line transect bird censuses in a tropical dry forest in Mexico *Condor* 95:422-441.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1998. *Aves de México, Guía de campo de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador*. World Wildlife Fund. Diana México, 473 pp.
- Ramírez-Pulido, J., Arroyo-Cabrales, J y Castro-Campillo, A. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.) 21(1): 21-82 (2005)
- Scott Jr., N. J., 1982, *The herpetofauna of forest litter plots from Cameroon, Africa*. U.S. Fish Wild. Res. Report, 13: 145-150.
- Thompson, W. L., G. C. White y C. Gowan. 1998. *Monitoring Vertebrate Populations*. Academic Press, New York, NY. 365 pp.
- Udvardy, M.D. 1977. *The Audubon Society Guide to the North American Birds*. Western region. Alfred Knopf, Inc., 854 pp.



ELABORACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU MODALIDAD REGIONAL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO TULUM, CON UNA LONGITUD DE 26.0 KM, INCLUYE TRES ENTRONQUES A DESNIVEL, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

- Waltert, W., A. Mardiasuti. y M. Muhlenberg. 2004. Effects of land use on bird species richness in Sulawesi, Indonesia. *Conservation Biology* 18: 1339-1346.