

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, INDUSTRIA DEL PETRÓLEO, MODALIDAD PARTICULAR POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO Y LOCALES COMERCIALES “INMOBILIARIA COSTA CALIDA, S.A. DE C.V.” EN EL MUNICIPIO DE TULUM, ESTADO DE QUINTANA ROO**

**INDICE.**

<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>i</b>
<b>I.1. Proyecto.....</b>	<b>6</b>
I.1.1. Nombre del proyecto.....	6
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	6
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto.....	6
I.1.4. Presentación de la documentación legal.....	7
<b>I.2. Promovente.....</b>	<b>7</b>
I.2.1. Nombre o razón social.....	7
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes.....	7
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.....	7
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal.....	7
<b>I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....</b>	<b>7</b>
I.3.1. Nombre o razón social.....	7
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.....	7
I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio.....	7
I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio.....	7
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>8</b>
<b>II.1. Información general del proyecto.....</b>	<b>8</b>
II.1.1. Naturaleza del proyecto.....	8
II.1.2. Selección del sitio.....	10
II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	10
II.1.4. Inversión requerida.....	11
II.1.5. Dimensiones del proyecto.....	11
II.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.....	11
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	12
<b>II.2. Características particulares del proyecto.....</b>	<b>12</b>
II.2.1. Programa general de trabajo.....	13
II.2.2. Preparación del sitio.....	14
II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	15
II.2.4. Etapa de construcción.....	15
II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.....	20
II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto.....	34
II.2.7. Etapa de abandono del sitio.....	34
II.2.8. Utilización de explosivos.....	34
II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la	35

atmósfera.....	
II.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.....	36
<b>III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO.....</b>	<b>37</b>
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.....</b>	<b>74</b>
<b>IV.1. Delimitación del área de estudio.....</b>	<b>75</b>
<b>IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental.....</b>	<b>79</b>
IV.2.1. Aspectos abióticos.....	81
IV.2.2. Aspectos bióticos.....	128
IV.2.3. Paisaje.....	140
IV.2.4. Medio socioeconómico.....	142
IV.2.5. Diagnóstico ambiental.....	148
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>150</b>
<b>V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....</b>	<b>150</b>
V.1.1. Indicadores de impacto.....	150
V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto.....	150
V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación.....	157
V.1.3.1. Criterios.....	157
V.1.3.2. Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.....	157
<b>VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>160</b>
<b>VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.....</b>	<b>161</b>
<b>VI.2. Impactos residuales.....</b>	<b>176</b>
<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>177</b>
<b>VII.1. Pronostico del escenario.....</b>	<b>177</b>
<b>VII.2. Programa de vigilancia ambiental.....</b>	<b>177</b>
<b>VII.3. Conclusiones.....</b>	<b>177</b>
<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....</b>	<b>180</b>
<b>VIII.1. Formatos de presentación.....</b>	<b>180</b>
VIII.1.1. Planos definitivos.....	180
VIII.1.2. Fotografías.....	180
VIII.1.3. Videos.....	180
VIII.1.4. Listas de flora y fauna.....	180
<b>VIII.2. Otros anexos.....</b>	<b>180</b>
<b>VIII.3. Glosario de términos.....</b>	<b>180</b>

**Anexos:**

1. Figuras de ubicación.
2. Plano del proyecto.
3. Fotografías.
4. Documentos legales.

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Cronograma de actividades del proyecto. ....	7
Tabla 2. Coordenadas UTM del predio general.....	11
Tabla 3 Coordenadas UTM del proyecto.....	12
Tabla 4.-Superficies de ocupación del proyecto.....	13
Tabla 5. Colindancias del proyecto. ....	13
Tabla 6 Programa de trabajo de la etapa de abandono .....	16
Tabla 7. Materiales de construcción.....	19
Tabla 8. Maquinaria .....	20
Tabla 9. Personal de construcción .....	20
Tabla 10. Etapas de operación. ....	22
Tabla 11. Procedimiento de despacho de combustibles. ....	26
Tabla 12. Programa de mantenimiento. ....	28
Tabla 13. Descripción de la UGA 139 del POEMyRGMMyMC.....	55
Tabla 14. Acciones y Criterios Específicos para la UGA 139 del POEMyRGMMyMC.....	55
Tabla 15 Coordenadas UTM del polígono del Sistema ambiental a nivel meso. ....	70
Tabla 16. Coordenadas UTM del sistema ambiental micro. ....	71
Tabla 17. Tabla Superficie de usos de suelo y vegetación en el predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA, municipio de Tulum.....	94
Tabla 18 Listado de la vegetación encontrada en el predio del proyecto “Inmobiliaria Costa Cálida” en Tulum, Quintana Roo.....	98
Tabla 19 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el predio del proyecto “Inmobiliaria Costa Cálida S.A de C.V ” en Tulum, Quintana Roo.....	98
Tabla 20. Tabla de criterios para evaluación de la flora. ....	100
Tabla 21. Tabla de coordenadas UTM del transecto 1 de intersección de hierbas.....	100
Tabla 22 Listado de la vegetación herbácea en el transecto 1 del predio del proyecto. ....	101
Tabla 23.- . Tabla de coordenadas UTM del transecto 2 de intersección de hierbas.....	101
Tabla 24.- Resultados del transecto 2 de intersección de hierbas en el predio del proyecto. ....	101
Tabla 25.- Valores de importancia ecológica de las especies herbáceas encontradas en el predio del proyecto. ....	102
Tabla 26 Índice de diversidad de las especies herbáceas encontradas en el predio del proyecto. ....	103
Tabla 27. Tabla de coordenadas UTM del transecto 1 de intersección de arbustos.....	104
Tabla 28 Resultados del transecto 1 de intersección de arbustos en el predio del proyecto. ....	104
Tabla 29 Tabla de coordenadas UTM del transecto de intersección 2 de arbustos.....	104
Tabla 30 Resultados del transecto 2 de intersección de arbustos en el predio del proyecto. ....	104
Tabla 31 Valores de importancia ecológica de las especies arbustivas encontradas en el predio del proyecto.....	105
Tabla 32 Índice de diversidad de las especies arbustivas encontradas en el predio del proyecto	105
Tabla 33 Tabla de coordenadas UTM del transecto 1 del inventario de árboles en el predio de proyecto.....	106
Tabla 34 Resultados del transecto 1 de inventario de arbolado en el predio del proyecto. ....	107
Tabla 35 Tabla de coordenadas UTM del transecto 2 del inventario de árboles en el predio de proyecto.....	107
Tabla 36 Resultados del transecto 2 de inventario de arbolado en el predio del proyecto .....	108
Tabla 37 Tabla de coordenadas UTM del transecto 3 del inventario de árboles en el predio de proyecto.....	108
Tabla 38 Resultados del transecto 3 de inventario de arbolado en el predio del proyecto .....	108
Tabla 39 Tabla de coordenadas UTM del transecto 4 del inventario de árboles en el predio de proyecto.....	109
Tabla 40 Resultados del transecto 4 de inventario de arbolado en el predio del proyecto .....	109

Tabla 41.....	109
Tabla 42.- Valores de importancia ecológica de las especies arbóreas encontradas en el predio del proyecto.....	110
Tabla 43 Índices de diversidad y de similitud de las especies arbóreas encontradas en el predio del proyecto.....	112
Tabla 44, Coordenadas UTM del recorrido para identificación de fauna en el sitio del proyecto..	116
Tabla 45 Lista potencial de la herpetofauna (anfibios y reptiles) en el parque nacional Tulum.....	119
Tabla 46 Número de especies de la herpetofauna con distribución potencial en la zona de Tulum y Akumal, dentro del corredor Cancún –Tulum: .....	120
Tabla 47 Riqueza de especies de herpetofauna en la zona del proyecto.....	120
Tabla 48 listado de las especies registradas en el predio y áreas aledañas por categorías de taxa. ....	121
Tabla 49 Registro de especies e individuos dentro del predio y áreas aledañas:.....	121
Tabla 50 Índice de Diversidad de Shannon Wiener de la herpetofauna encontrada en la zona del proyecto.....	123
Tabla 51 Listado potencial de la avifauna en el sitio del proyecto, obtenido a partir del Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Tulum.....	128
Tabla 52 Resumen del número de especies de la avifauna con distribución potencial en el área geográfica donde se ubica el sitio del proyecto:.....	129
Tabla 53 Lista de especies de aves con registro dentro del predio y áreas adyacentes.....	131
Tabla 54 Resumen del número de especies de la avifauna con registro en el sitio del proyecto y áreas aledañas. ....	131
Tabla 55 Índices de biodiversidad (Shannon- Weiner) obtenidos para las aves observadas en el predio del proyecto y zonas aledañas. ....	133
Tabla 56 Lista de especies de la mastofauna con distribución potencial en la zona centro-norte del estado de Yucatán y península de Yucatán. ....	137
Tabla 57 Número de especies de la mastofauna con distribución potencial en la zona centro-norte del estado de Yucatán y península de Yucatán. ....	137
Tabla 58 Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa y la red de niebla .....	138
Tabla 59 Lista de especies de mamíferos con registro en el predio del estudio.....	139
Tabla 60 Número y tipos de evidencias de la presencia de mamíferos en el predio del estudio y alrededores:.....	139
Tabla 61 Índice de diversidad de mastofauna en el predio del proyecto y alrededores. ....	141
Tabla 62 Especies de fauna encontradas dentro del predio, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	142
Tabla 63 Población Económicamente Activa de las principales localidades del Municipio Tulum. Datos INEGI, censos económicos 2005.....	146
Tabla 64. Criterio y Calificación del medio (fragilidad).....	161
Tabla 65. Nivel de Significación. ....	161
Tabla 66. Criterios y Calificación de Impactos.....	162
Tabla 135 Ejemplares de flora a integrarse en el programa de rescate.....	166
Tabla 68 Coordenadas de la ubicación del vivero para las especies de flora rescatadas. ....	167
Tabla 69 Programa de rescate de flora.....	168
Tabla 70 Calendario de actividades del programa de rescate de fauna.....	171

## INDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1. Diagrama de bloques de la operación de la Estación de Servicio.....	31
FIGURA 2. Diagrama de flujo de la operación de la Estación de Servicio.....	32
FIGURA 3. Diagrama de flujo mecánico.....	33
FIGURA 4 Unidad Ambiental Biofísica 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio .....	48
FIGURA 5. Área sujeta al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC).....	54
FIGURA 6. Ubicación del predio en las Unidades de gestión ambiental (UGAS) del Programa de ordenamiento de la región denominada Corredor Cancún – Tulum.....	65
FIGURA 7. Mapa del municipio de Tulum.....	67
FIGURA 8. Mapa de UGAS del sistema ambiental macro.....	69
FIGURA 9. Tipos de climas en el predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA.....	74
FIGURA 10. Precipitación para la Península de Yucatán.....	75
FIGURA 11. Diagrama de precipitación y temperatura.....	75
FIGURA 12 Nivel de sequia en el predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA.....	77
FIGURA 13. Trayectorias de fenómenos climatológicos.....	78
FIGURA 14. Registro de eventos climatológicos.....	79
FIGURA 15. Mapa de eventos climatológicos y frecuencias.....	80
FIGURA 16. Características geológicas en el predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA.....	82
FIGURA 17. Mapa topográfico de los municipios de Solidaridad y Tulum. Fuente: POEL-Solidaridad.....	84
FIGURA 18 Características del suelo en el predio del proyecto.....	86
FIGURA 19 Características hidrológicas del predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA.....	88
FIGURA 20, Hidrología subterránea del Municipio de Tulum, Quintana Roo.....	90
FIGURA 21 Ubicación de los principales cenotes en el Municipio de Tulum.....	92
FIGURA 22 Plano de usos de suelo y vegetación en el predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA, municipio de Tulum.....	95
FIGURA 23 Gráfico especies potenciales de aves por taxa y categorías de conservación.....	132
FIGURA 24 Áreas Naturales Protegidas (ANPs) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) más cercanas al sitio del proyecto (Fuente: CONABIO).....	132
FIGURA 27. Matriz de interacciones ambientales por la construcción y operación de la estación de servicio y locales comerciales.....	159

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

**I.1. PROYECTO.**

En el anexo No. 1 se incluyen figuras de ubicación del sitio del proyecto.

**I.1.1. Nombre del proyecto.**

Construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales “INMOBILIARIA COSTA CALIDA S.A. de C.V.” en el municipio de Tulum, estado de Quintana Roo.

**I.1.2. Ubicación del proyecto.**

La Estación de Servicio y Locales Comerciales estará ubicada La carretera Federal Tulum-Cancún, Región 004, SM 004, Manzana 003, Lote 003, SM 004, del Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, C.P 77776. En el anexo No. 1 se presentan figuras de ubicación del predio del proyecto.

**I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto.**

La etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto abarca un período aproximado de dos años (12 bimestres) y a partir de ese periodo iniciará operaciones la Estación de Servicio y Locales Comerciales.

El proyecto se realizará en una etapa, que se analiza en el presente documento se construirán todas las instalaciones civiles, hidráulicas, mecánicas, instalación de tres tanques de combustible; 1 tanque de 70,000 litros para gasolina con contenido mínimo de 87 octanos, 1 tanque de 70,000 litros para gasolina con contenido mínimo de 91 octanos y un tanque de 70,000 litros para diésel automotriz, así como la instalación de cuatro dispensarios para el despacho de los combustibles y la construcción de la tienda de conveniencia y locales comerciales.

ACTIVIDADES ETAPAS	BIMESTRES												AÑOS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>																												
Rescate de vegetación																												
Ahuyentamiento de fauna																												
Remoción de vegetación																												
Separación de tierra vegetal																												
Limpieza del sitio																												
Relleno del predio																												
Nivelación del terreno																												
<b>CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO</b>																												
Cimentación																												
Obra civil																												
Obra hidráulica																												
Obra electromecánica																												
Área verde																												
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>																												
Operación																												
Mantenimiento																												

**Tabla 1.- Cronograma de actividades del proyecto.**

La etapa de operación del proyecto se considera indefinido, ya que a las instalaciones y equipo se les efectuará mantenimiento preventivo y correctivo. Sin embargo, la duración estará supeditada a

la demanda de combustibles, que dependerá en gran medida a la cantidad de vehículos que transiten en la zona.

#### **I.1.4. Presentación de la documentación legal.**

El predio donde se proyecta la construcción de la Estación de Servicio y Locales Comerciales es propiedad privada y la sociedad "INMOBILIARIA COSTA CÁLIDA, S.A. de C.V." los tiene en arrendamiento.

En el Anexo No. 4, Documentos Legales se incluyen copias del contrato de arrendamiento, del acta constitutiva de la sociedad, del poder notarial y de la identificación del representante legal.

### **I.2. PROMOVENTE.**

#### **I.2.1. Nombre o razón social.**

INMOBILIARIA COSTA CÁLIDA, S.A. de C.V.

En el Anexo No. 4 se incluye copia del acta constitutiva de la sociedad.

#### **I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes.**

Registro Federal de Contribuyentes, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

#### **I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.**

ANUAR FAYAD HASSAN. Representante legal

En el anexo No. 4 documentos legales se presenta copia del poder notarial.

#### **I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal.**

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

### **I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

#### **I.3.1. Nombre o razón social.**

Consultores en Ecosistemas, S.C.

#### **I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.**

Registro Federal de Contribuyentes, Clave Única de Registro Poblacional, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

#### **I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio.**

Biólogo Francisco José Antonio Mendoza Millán.

Registro Federal de Contribuyentes y Clave Única de Registro

Datos Patrimoniales de la Persona Física  
Art. 113 fracción III de la LFTAIP y 116  
uarto párrafo de la LGTAIP

#### **I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio.**

Domicilio, Teléfono, Correo Electrónico, del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

### **II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

El proyecto consiste en la construcción y operación de una Estación de Servicio y Locales Comerciales para el almacenamiento y venta de los combustibles gasolina con contenido mínimo de 87 octanos, gasolina con contenido mínimo de 91 octanos y diésel automotriz.

#### **II.1.1. Naturaleza del proyecto.**

La Estación de Servicio y Locales Comerciales estará ubicada en la Carretera Federal Tulum-Cancún, Región 004, Sm 004, Manzana 003, Lote 003, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, C.P 77776, para la venta de gasolinas y diésel automotriz. La capacidad de almacenamiento nominal será de 210,000 litros distribuidos en cuatro tanques subterráneos de la siguiente manera:

- 1 tanque de 70,000 litros para gasolina con contenido mínimo de 87 octanos.
- 1 tanque de 70,000 litros para gasolina con contenido mínimo de 91 octanos.
- 1 tanques de 70,000 litros para diésel automotriz.

Los tanques de almacenamiento serán subterráneos de doble pared, la pared primaria será de acero calidad ASTM-A-36 y construido bajo la norma UL-58 y la pared secundaria será de fibra de vidrio construido bajo la norma UL-1316. Este tanque tiene un espacio anular definido de 360° que permite un monitoreo permanente.

La Estación de Servicio contará con tuberías para el trasiego de combustible de doble pared, bombas de tipo sumergible en tanques de almacenamiento; los cuales estarán confinados dentro de una fosa de contención con dos pozos de observación para detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo y en los linderos del predio se contará con cuatro pozos de monitoreo para evaluar la calidad del agua subterránea.

El proyecto contará con cuatro dispensarios con doble posición de carga, uno con seis mangueras y tres dispensarios con cuatro mangueras c/u para expender gasolina con contenido mínimo de 87 octanos, gasolina con contenido mínimo de 91 octanos y diésel automotriz.

Los dispensarios serán de la tecnología más moderna para garantizar un excelente servicio y una mayor seguridad para el despacho de los combustibles; contarán con válvula de emergencia Shut-off por cada línea de producto, localizada en la parte inferior de la tubería de suministro de combustible, asimismo las mangueras de despacho de combustible contarán con válvulas de emergencia Break Away, localizadas en la parte superior de la misma.

Asimismo, se contará con trincheras para tuberías, líneas de suministro de producto, trampa de combustibles y pozos pluviales; entre otros aditamentos.

En el lado noreste, se encontrará un edificio con baños para empleados, baños para empleadas, almacén temporal de residuos peligrosos, cuarto de sucios, comedor, bodega, baño de choferes, baño de chofer (mujer), cuarto de limpios y cuarto eléctrico. En la misma zona se ubicarán edificio de oficina con baño para hombres, baño para mujeres, cuarto de máquinas, cuarto eléctrico y oficina administrativa con facturación, servicios sanitarios, cocineta. Igualmente se contará con dos edificios donde se albergarán locales comerciales y tienda de conveniencia con sanitarios.

Se generarán aguas residuales de los servicios sanitarios se enviarán a una fosa ciega para posteriormente ser retirados por una empresa autorizada para su disposición final.

El proyecto contará además con estacionamiento momentáneo para los usuarios.

Se considerará áreas verdes de acuerdo a la reglamentación municipal. Todas las aguas pluviales se absorberán en el interior de la Estación de Servicio. El piso en el área de dispensarios, almacenamiento y zona de descarga de autotanque será de concreto armado y tendrá una pendiente de 1% hacia los registros del sistema de drenaje de aguas aceitosas, las losas de dicho pavimento tendrán un espesor de 15 cm. El pavimento en el camino de circulación y estacionamiento será de concreto asfáltico.

Para llevar a cabo la construcción de la Estación de Servicio se contarán con las instalaciones civiles, hidráulicas, electromecánicas y de seguridad necesarias, cumpliendo con los lineamientos emitidos en la NOM-005-ASEA-2016, Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas, publicado en el D.O.F. el 7 de noviembre de 2016 y cumplirá asimismo con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes aplicables al proyecto.

La Estación de servicio laborará las 24 hrs del día, de lunes a domingo durante los 365 días del año y contará con las medidas de seguridad necesarias (extintores, paros de emergencia, tubos de venteo, monitoreo electrónico, etc.) para garantizar su buen funcionamiento y el bienestar de los empleados y consumidores.

La operación de la Estación de Servicio **NO SE CONSIDERA COMO UNA ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA**, según el segundo listado de actividades altamente riesgosas publicado en el D.O.F. el 4 de mayo de 1992, ya que el volumen de combustible que se manejará es de 210,000 litros equivalentes a 1,320.86 barriles y la cantidad del reporte es de 10,000 barriles, por lo tanto, el volumen no igualará ni superará la cantidad de reporte consignada en dicho listado.

Según el **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)**, el predio del proyecto se ubica en la **Región Ecológica 17.33** denominada **Unidad Ambiental Biofísica 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo**, con una política ambiental de **Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable**, de acuerdo al análisis efectuado el proyecto cumple con las Estrategias Sectoriales.

El predio del proyecto se localiza en la **UGA 139 Municipio de Solidaridad** de acuerdo al **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE** y cumple con las Acciones y Criterios tanto Generales como Específicas.

El predio del proyecto se encuentra ubicado en la carretera federal Puerto Juárez-Tulum, la principal carretera costera y comunica toda la Riviera Maya, desde las localidades de Cancún, Puerto Morelos, El Hijo Prodigio, San Miguelito, Playa del Carmen, Puerto Aventuras, Xpuha, Akumal, y Tulum, esta vía de comunicación es de vital importancia para el desarrollo económico del estado de Quintana Roo ya que su principal actividad económica son las turísticas con las entradas de divisas extranjeras y la generación de empleos en la localidad, lo que ha generado una mayor afluencia de turistas tanto nacionales como extranjeros.

Debido a lo anterior, por la carretera, transitan diariamente cientos de vehículos que requieren abastecerse de combustibles. Es por ello que el presente proyecto cobra mayor relevancia ya que dotará de un servicio que no existe en la zona.

En el anexo No. 1 se incluyen figuras de ubicación del proyecto y en el anexo No. 2 se incluye copia del plano.

### II.1.2. Selección del sitio.

El sitio para la construcción del proyecto fue seleccionado tomando en cuenta los siguientes criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos.

- El predio del proyecto se encuentra en una zona donde las características nativas de la flora y la fauna, están siendo modificadas por el crecimiento de la zona urbana.
- La vegetación que se observa en el sitio del sitio corresponde a vegetación de Selva mediana subperennifolia en su parte noroeste y vegetación secundaria, derivado de este tipo de vegetación en su parte frontal (colindante con la carretera).
- La fauna de la zona está siendo ahuyentada por la operación de la carretera federal, debido al alto afro vehicular.
- Se observaron ejemplares de las especies *Tabebuia crisantha*, *Pseudophoenix sargentii*, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readi* y *Beaucarnea plabilis*, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los ejemplares que puedan ser afectados serán reubicados hacia las áreas verdes del proyecto.
- Se observaron ejemplares de fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- El sitio del proyecto no se encuentra dentro de ninguna área natural protegida.
- El predio del proyecto se encuentra ubicado en la carretera federal Puerto Juárez-Tulum, que conecta toda la zona turística de la Riviera Maya.
- El uso de suelo de Estación de Servicio (gasolinera) es compatible con las políticas y criterios del Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Tulum, estado de Quintana Roo.
- Superficie suficiente para desarrollar el proyecto.
- Que cumpla con los criterios establecidos por la ASEA para la construcción de Estaciones de Servicio.
- El predio cuenta con las vías de comunicación adecuadas para su operación.
- La zona cuenta con los servicios básicos necesarios como son: teléfono, energía eléctrica, telefonía celular y servicio de recoja de residuos.
- No colinda directamente con casas habitación.
- Demanda en aumento de combustible en la zona.
- En la zona donde se ubica el sitio del proyecto no se cuenta con el servicio de suministro de combustible.
- Proporcionará empleos temporales durante la etapa de preparación del sitio y construcción y permanentes durante su etapa de operación, que beneficiarán a los habitantes de la localidad.

No se tienen contemplado sitios alternativos.

### II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización.

La Estación de Servicio y Locales Comerciales estará ubicada La carretera Federal Num 307, Tramo Chetumal Puerto Juárez, Región 004, SM 004, Manzana 003, Lote 003 del Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo; el predio general tiene las siguientes coordenadas:

CUADRO DE CONSTRUCCION PREDIO GENERAL								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	115°42'37.50"	70.000	467.522.4955	2.257.227.1833	-0°6'30.876163"	0.99961304	20°24'47.172481" N	87°18'40.665060" W
2-3	207°49'48.08"	100.000	467.585.6085	2.257.196.7950	-0°6'30.110878"	0.99961299	20°24'46.187832" N	87°18'38.485329" W
3-4	295°42'37.50"	70.000	467.538.8913	2.257.108.3002	-0°6'30.656446"	0.99961302	20°24'43.306216" N	87°18'40.091545" W
4-1	27°49'48.08"	100.000	467.475.7782	2.257.138.6886	-0°6'31.421707"	0.99961307	20°24'44.290860" N	87°18'42.271267" W

AREA = 7,000.000 m2

**Tabla 2. Coordenadas UTM del predio general**

Una fracción del predio, en la esquina noroeste y que tiene una superficie de 2,550m<sup>2</sup> se tiene en renta al propietario, y cuyas coordenadas son las siguientes:

CUADRO DE CONSTRUCCION PROYECTO								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
5-6	295°42'39.75"	50.000	467,544.2334	2,257,161.2601	-0°6'30.602131"	0.99961302	20°24'45.029332" N	87°18'39.910674" W
6-1	27°49'48.08"	50.000	467,499.1530	2,257,182.9665	-0°6'31.148752"	0.99961305	20°24'45.732666" N	87°18'41.467611" W
1-8	115°42'37.50"	50.000	467,522.4955	2,257,227.1833	-0°6'30.876163"	0.99961304	20°24'47.172481" N	87°18'40.665060" W
8-5	207°49'48.08"	50.000	467,567.5762	2,257,205.4774	-0°6'30.329529"	0.99961300	20°24'46.469162" N	87°18'39.108110" W

**Tabla 3 Coordenadas UTM del proyecto**

Esta fracción se utilizará para el proyecto. En el anexo No. 1 se presentan las figuras de ubicación y en el anexo 4 se presenta plano del proyecto.

#### II.1.4. Inversión requerida.

Datos Patrimoniales de la Persona Física , Art. 113 fracción III de la LFTAIP y 116 cuarto párrafo de la LGTAIP.

#### b) Periodo de recuperación del capital.

Aún no se tiene determinado el tiempo de recuperación del capital, ya que depende de la demanda de combustible.

#### c) Costo de las medidas de prevención y mitigación

El costo de las medidas de prevención y mitigación será de \$ 450,000.00

#### II.1.5. Dimensiones del proyecto.

##### a) Superficie total del predio.

El predio general tiene una superficie de 7,000m<sup>2</sup> de los cuales se utilizarán 2,550m<sup>2</sup> para la construcción del proyecto.

##### b) Superficie por afectar.

La superficie por afectar es de 2,550m<sup>2</sup>.

##### c) Superficie para obras permanentes.

En la siguiente tabla se presentan las superficies de las obras permanentes.

SUPERFICIE DE OCUPACIÓN	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	PORCENTAJE %
Área terreno total	7,000.00	100%
Área de proyecto a ocupar	2,550.00	100%
Área libre de proyecto	1,504.60	62.18
Área verde (jardín y adopasto)	316.58	12.66
Área de gasolinas (despacho)	340.68	71.64
Cuarto de control	13.40	2.81
Sanitarios hombres	22.12	4.65
Sanitario mujeres	16.40	3.44
Cuarto eléctrico	6.36	1.37

SUPERFICIE DE OCUPACIÓN	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	PORCENTAJE %
Cuarto de máquinas	10.49	2.21
Bodega	15.27	3.21
Escalera	7.56	1.58
Cuarto residuos peligrosos	2.68	0.56
Cuarto sucios	9.66	2.03
Pasillo	28.32	5.96
Cuarto de aseo	2.59	0.54
Tienda de conveniencia	308.39	
Área de rodamiento	1,449.5	
Total proyecto	2,550	
Locales comerciales a futuro	484.35	

**Tabla 4.-Superficies de ocupación del proyecto.**

#### II.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

Actualmente el sitio del proyecto no tiene un uso y se encuentra cubierto de vegetación. A continuación, se presentan las colindancias del proyecto.

<b>Noroeste:</b>	Carretera Puerto Juárez-Tulum
<b>Suroeste:</b>	Carretera Puerto Juárez-Tulum
<b>Noreste:</b>	Terreno baldío
<b>Sureste:</b>	Terreno baldío

**Tabla 5. Colindancias del proyecto.**

En el anexo No. 1 se presentan figuras de ubicación donde se observan los usos de suelo existentes en la zona.

Se observa que el uso de suelo es compatible para la Estación de Servicio y Locales Comerciales.

El sitio del proyecto se encuentra en el km 256 de la carretera Puerto Juárez-Tulum y de acuerdo a las visitas de campo y a los transectos realizados para la caracterización de la vegetación presente, se concluye que en el predio del proyecto y en su área de influencia, la cobertura vegetal arbórea es típica de selva mediana subperennifolia, con especies comunes dominantes. Las características dasonómicas corresponden a una selva en estado de recuperación, con abundantes especies comunes, por lo que se considera que en el predio se observa vegetación forestal, por lo que se deberá presentar el Estudio Técnico Justificado por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

En la zona del proyecto a 1,000 metros al este se encuentra el Mar Caribe que es utilizada para actividades recreativas y turísticas.

El agua que se extrae del manto freático. es apta para el consumo humano Para el suministro del agua necesaria para la construcción y operación se utilizarán pipas.

### **II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.**

El sitio del proyecto se encuentra en zona suburbana y cuenta con los servicios básicos requeridos para el proyecto como son: energía eléctrica, telefonía convencional, telefonía celular, vías de comunicación pavimentadas, recoja de desperdicios sólidos urbanos, recoja de residuos peligrosos, agua potable, etc. Sin embargo, no cuenta con drenaje sanitario. El servicio adicional será de agua para la construcción que será suministrado por medio de pipas particulares.

### **II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.**

La Estación de Servicio contará con tanques subterráneos del tipo ecológico de doble acero-fibra de vidrio, confinados dentro de una fosa de contención con paredes, piso y losa de concreto armado impermeable.

Para detectar inmediatamente cualquier fisura, por pequeña que sea, que se produzca en cualquiera de las dos paredes de los tanques, se contará con un sistema de detección de fugas en la cámara intermedia. Este sistema medirá la presión que hay en la cámara intersticial. En caso de producirse una fuga en cualquiera de las dos cámaras, variaría la presión y saltaría una alarma alertando del peligro.

Para que, en caso de producirse alguna fisura, el combustible no se filtre al terreno, se contará con tanques de doble pared. Por tanto, si una pared se agrieta, antes de que el combustible llegue al suelo, el sistema de fugas avisaría y daría tiempo de reparar el daño. El tanque de doble pared reduce y casi anula, la posibilidad de que el combustible almacenado se derrame por el terreno de la gasolinera. Esto tan sólo sería posible si se rompiesen a la vez las dos paredes del tanque. Aun así en caso de que esto ocurriera los tanques se instalarán dentro de una fosa de contención con acabado interior impermeable, evitando de esta manera la filtración hacia otras partes del terreno, además se contará con dos pozos de observación para detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo y cuatro pozos de monitoreo en los linderos del predio para evaluar la calidad del agua subterránea.

#### **II.2.1. Programa general de trabajo.**

El proyecto de construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales se realizará en 5 fases que son: preparación del sitio, construcción del proyecto, operación, mantenimiento y abandono del sitio.

En la fase de preparación del sitio se realizarán las siguientes actividades:

**Rescate de especies:** Se marcarán las especies que serán protegidas para que no sean afectadas por la remoción de vegetación y los ejemplares de *Tabebuia chrysantha*, *Pseudophoenix sargentii*, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readi* y *Beaucarnea pliabilis* listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que puedan ser afectados por el proyecto y se reubicarán en la zona donde se ubicarán las áreas verdes del proyecto, igualmente se marcarán los ejemplares arbóreos que se ubican en las áreas verdes para que no sean afectadas.

**Remoción de vegetación:** Se eliminará la vegetación en la zona del predio que será utilizada para aprovechamiento.

**Separación de tierra vegetal:** Se realizará la separación de la tierra vegetal para ser utilizada posteriormente en las áreas verdes.

**Limpieza:** Se realizará la limpieza del sitio enviando los residuos vegetales y la basura al relleno sanitario por medio de camiones de volteo. Parte de los residuos vegetales serán composteados para ser utilizados en las áreas verdes.

**Relleno y nivelación:** Se realizará el relleno del predio y posterior nivelación tomando como base la altura de la carretera colindante. Los materiales necesarios serán en parte de lo que se obtenga en las excavaciones y el resto de empresas locales.

En la fase de construcción del proyecto se realizarán excavaciones para cimentaciones, trincheras para tuberías, drenajes; se construirán las obras civiles, obras electromecánicas, obra hidráulica, instalación de los tanques, instalación de dispensarios, etc.

La fase de operación la componen cinco etapas que son descarga de autotanques, almacenamiento de combustibles, despacho de combustibles, vigilancia e inspección.

En la fase de mantenimiento se realizarán actividades de limpieza de las instalaciones, cambio de lámparas, pintura y mantenimiento a las instalaciones eléctricas, instalaciones que conducen y almacenan combustible, instalaciones de seguridad, etc. que se llevarán a cabo por empresas especializadas.

En la fase de abandono se realizarán actividades de limpieza del sitio y desmantelamiento de los equipos. A continuación, se presenta el cronograma del proyecto.

ACTIVIDADES ETAPAS	BIMESTRES												AÑOS															MES	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>																													
Rescate de vegetación	■																												
Remoción de vegetación	■																												
Separación de tierra vegetal	■																												
Limpieza del sitio	■																												
Relleno del predio	■																												
Nivelación del terreno	■																												
<b>CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO</b>																													
Cimentación		■	■	■	■																								
Obra civil			■	■	■	■	■	■	■																				
Obra hidráulica				■	■	■	■	■	■	■																			
Obra electromec.								■	■	■	■																		
Área verde												■	■																
<b>OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO</b>																													
Operación																													
<b>MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES</b>																													
Mantenimiento																													
<b>ABANDONO DE LAS INSTALACIONES</b>																													
Abandono																													

**ETAPA DE ABANDONO.**

El tiempo de vida útil del proyecto se considera indefinido, ya que a las instalaciones y equipo se les efectuará mantenimiento preventivo y correctivo. Sin embargo, la duración estará supeditada a la demanda de combustibles, que dependerá en gran medida a la cantidad de vehículos que transiten en la zona.

Por el tipo de proyecto y además de que a las instalaciones y equipo se les dará mantenimiento, no se contempla la necesidad de abandono del inmueble. Sin embargo, en el supuesto caso de que en un futuro la Estación de Servicio desocupará el inmueble que será construido, éste podrá ser utilizado por otra Estación de Servicio o por cualquier empresa que así lo requiera. A continuación, se presenta el programa de trabajo de la etapa de abandono.

ACTIVIDAD	SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Retiro de dispensarios	■	■	■					
Retiro de tanques				■	■	■		
Retiro de equipos electrónicos						■	■	
Retiro de maquinas						■	■	
Retiro de aguas aceitosas								■
Retiro de residuos peligrosos								■
Limpieza general de las instalaciones								■

**Tabla 6 Programa de trabajo de la etapa de abandono**

### II.2.2. Preparación del sitio.

Durante la preparación del sitio se realizarán las siguientes actividades:

**Rescate de vegetación:** Se realizará el rescate de los ejemplares de *Tabebuia crisantha*, *Pseudophoenix sargentii*, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readi* y *Beaucarnea pliabilis* que puedan ser afectados por el proyecto y se reubicarán en la zona donde se ubicarán las áreas verdes del proyecto, igualmente se marcarán los ejemplares arbóreos que se ubican en las áreas verdes para que no sean afectadas.

**Remoción de vegetación:** Se eliminará la vegetación de la zona del predio que se utilizará para el proyecto.

**Separación de tierra vegetal:** Se realizará la separación de la tierra vegetal para su posterior uso en las áreas verdes.

**Limpieza:** Se realizará la limpieza del sitio enviando los residuos vegetales y la basura al relleno sanitario por medio de camiones de volteo. Parte de los residuos vegetales serán composteados para su posterior uso en las áreas verdes.

**Relleno y nivelación:** Se realizará el relleno de la zona del predio que se utilizará para el proyecto y posteriormente se nivelará el sitio tomando como base el nivel de la carretera aledaña, para lo cual se utilizarán maquinaria pesada y los materiales necesarios se obtendrán en parte del material resultante de las excavaciones y de empresas locales.

### II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

Como obras provisionales se instalará una letrina portátil para el uso exclusivo y obligatorio de los trabajadores, la cual será retirada del sitio al concluir la construcción de la obra, por la empresa que los rentará, evitando de esta manera la contaminación del subsuelo por excretas, en este mismo sentido se instalarán tambores metálicos de 200 litros para el almacenamiento temporal de residuos que generen los trabajadores, que serán enviados al relleno sanitario; igualmente se instalará una bodega hecha con láminas de cartón para almacenar herramientas y materiales de construcción, la cual será desmantelada y retirada del sitio al concluir la obra. El predio será delimitado por una barda perimetral de maderas y láminas de cartón o lona, que evitarán molestias a los usuarios de la carretera aledaña.

### II.2.4. Etapa de construcción.

Para la operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales se realizarán las siguientes obras permanentes:

#### Obra civil.

- Islas techadas para el despacho de combustibles.
- Servicio sanitario para empleados.
- Servicio sanitario para empleadas.

- Comedor para empleados.
- Almacén temporal de residuos peligrosos.
- Cuarto de sucios.
- Bodega.
- Cuarto de limpios.
- Servicio sanitario para choferes.
- Servicio sanitario para choferes (mujeres).
- Cuarto de controles eléctricos.
- Oficinas administrativas con servicio sanitario, cocineta y V.P.
- Cuarto de controles eléctricos.
- Cuarto de máquinas.
- Servicio sanitario para hombres.
- Servicio sanitario para mujeres.
- Cuatro locales comerciales con servicio sanitario.
- Tienda de conveniencia con servicio sanitario.
- Trincheras para tuberías de combustibles.
- Área de despacho y tanques con piso de concreto armado.
- Fosa de contención y confinamiento para tanques de almacenamiento.
- Pozos de observación.
- Pozos de monitoreo.
- Rampa de acceso para minusválidos.
- Estacionamiento para clientes y personal con zona reservada para minusválidos.
- Pozo de absorción.
- Sistema de drenaje para aguas pluviales.
- Sistema de drenaje para aguas residuales.
- Sistema de drenaje para aguas aceitosas.
- Trampa de combustible.
- Fosa séptica prefabricada.
- Áreas verdes.
- Cisternas de agua.
- Banqueta para la circulación de peatones.
- Zona de circulación de concreto asfáltico.
- Barda perimetral.

**Instalaciones electromecánicas.**

- Tres tanques de almacenamiento de doble pared acero-fibra de vidrio.
- Tres bombas sumergibles de 1 ½ H.P. c/u.
- Tres dispensarios de doble posición de carga y cuatro mangueras c/u
- Un dispensario de doble posición de carga y seis mangueras.
- Tuberías de doble pared para trasiego de combustibles.
- Tuberías de acero al carbón para venteo de tanques de combustible con válvula de presión-vacío. En el tubo de venteo de diésel se contará con arrestador de flamas.

- Tuberías para agua y aire.
- Sistema de control de inventarios en tanques de almacenamiento.
- Sistema de detección electrónica de fugas.
- Tablero eléctrico principal.
- Sistema de tierra física.
- Transformador tipo pedestal con capacidad de 45 kVA, 13,200/220/127 Volts.
- Instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado.
- Controles para equipo eléctrico.
- Compresor de aire de 5 H.P.
- Instalaciones hidráulicas y de aire para dispensarios.
- Bomba centrífuga.
- Hidroneumático.

#### **Instalaciones de seguridad y control.**

- Tanques subterráneos de doble pared acero-fibra de vidrio, resistente a la corrosión externa y construido bajo las normas UL-58 y UL-1316.
- Fosa de contención para tanques de almacenamiento, con acabado interior impermeable.
- Instalaciones eléctricas a prueba de explosiones en zonas consideradas peligrosas, según la normatividad para estas instalaciones.
- Extintores para combate de fuego.
- Botones de paro de emergencia.
- Protección tubular de acero al carbón en dispensarios.
- Sistema de control de inventarios.
- Monitoreo electrónico para la detección de fugas consistente en:
  - Sensores para detección de fugas en el espacio anular entre las paredes del tanque, que detectarán fugas de combustible del contenedor primario y en contenedores de bombas sumergibles.
  - Contenedores en tanques, se colocarán en la descarga de producto y en la bomba sumergible para garantizar la retención de posibles fugas o derrames de producto.
  - Dos pozos de observación.
  - Cuatro pozos de monitoreo.
  - Contenedor en dispensarios, cada dispensario contará con un contenedor en su base que garantice la retención de posibles fugas o derrames de producto. Dentro del mismo, se instalará un sensor para la detección de fugas.
- Cada tanque de almacenamiento tendrá una válvula de sobrellenado, que cierra el acceso del líquido cuando alcanza el 95% de su capacidad, lo que evitará derrames de combustible.
- Los tanques de almacenamiento contarán con placas de desgaste, que evitará el desgaste de la pared primaria del tanque.
- Entrada hombre, prevista para la revisión y limpieza de los tanques en su parte interior.
- Dispositivo para purga, permite la instalación del equipo para succionar el agua que se acumule en el tanque por condensación.
- Venteos en tanques de combustible con válvula de presión-vacío. En el tubo de venteo de diésel automotriz se contará con arrestador de flamas.
- Los dispensarios contarán con válvula de emergencia (Shut-off) c/u, localizada en la tubería de suministro de producto, que garantiza el corte inmediato del flujo del producto si hubiese fuego o colisión.

- 
- Las mangueras de despacho contarán con válvula de emergencia Break Away, con capacidad para retener el producto en ambos lados del punto de ruptura.
- Sistema de tierra física.
- Señalización informativa, preventiva, restrictiva y prohibitiva en toda la Estación.
- Tuberías de doble pared para trasiego de combustible.
- Sistema de drenaje para aguas aceitosas con trampa de combustible.

#### Servicios generales.

- Energía eléctrica.
- Teléfono.
- Telefonía celular.
- Servicio de recoja de desperdicios.
- Servicio de recoja de residuos peligrosos.

Para la etapa de construcción del proyecto se tiene estimado un consumo de agua de 60m<sup>3</sup>, la cual será suministrada por medio de pipas. La energía eléctrica será suministrada por medio de la red de energía eléctrica de la CFE. El combustible necesario para el equipo de construcción será adquirido en la Estación de Servicio más cercana al proyecto.

Los materiales requeridos para esta etapa se enlistan en la tabla siguiente:

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	55	Ton
Polvo de piedra	85	m <sup>3</sup>
Grava	85	m <sup>3</sup>
Varilla de ¾"	3	Ton
Varilla de ½"	5	Ton
Armax de 15x15x4	100	Pza
Malla electrosoldada	250	m <sup>2</sup>
Viguetas	500	Mts
Bovedillas	1000	Pza
Tubería de cobre tipo L de 1"	250	Mts
Tubería de cobre tipo L de 0.75"	250	Mts
Tubería ecológica de doble pared de 1 ½"	250	Mts
Tubería sencilla de fibra de vidrio de 3"	150	Mts
Tubería para alimentación eléctrica varios diámetros	1000	mts
Tubería de PVC de 6"	30	mts
Codos de bronce	30	pza
Piedra	200	m <sup>3</sup>
Piso de cerámica	50	m <sup>2</sup>
Block de 15x20x40	1600	pza
Sascab	120	m <sup>3</sup>
Acero de estructura	20	ton
Lámina galvanizada	500	m <sup>2</sup>
Lavabos	11	pza
Inodoros	11	pza
Mingitorio	3	Pza

**Tabla 7. Materiales de construcción**

En la tabla siguiente se presentan las maquinarias que serían empleadas.

Equipo	Etapa	Cantidad	Tiempo empleado en la obra <sup>1</sup>	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos	Emisiones a la atmósfera (gr/s) <sup>2</sup>	Tipo de combustible
Compactador	Construcción	1	Indefinido	Indefinido			
Trascabo	Construcción	1	Indefinido	Indefinido			Diesel
Grúa	Construcción	1	Indefinido	Indefinido			
Camión de volteo	Construcción	1	Indefinido	Indefinido			
Bombas sumergibles	Operación	4		24			Eléctrica
Compresor	Operación	1		24			
Hidroneumático	Operación	1		24			

**Tabla 8. Maquinaria**

El personal necesario en esta etapa se presenta a continuación:

PERSONAL	CANTIDAD
Ingeniero civil supervisor de la obra.	1
Oficial de albañilería	7
Oficial herrero	2
Ayudante herrero	2
Peones de albañilería	15
Oficial de plomería	2
Ayudante de plomería	2
Oficial electricista	2
Ayudante electricista	4
Oficial de carpintería	2
Ayudante de carpintería	2
Operador de maquinaria	1
Oficial pintor	1
Oficial soldador	2
Ayudante soldador	2

**Tabla 9. Personal de construcción**

**Residuos sólidos.** Durante la construcción se generarán sobrantes de materiales de construcción, retacería de madera y fierro, bolsas de cemento y cal, envases de plástico y latas de refrescos, pedazos de cables, alambres y material diverso.

En esta etapa los trabajadores generarán desechos orgánicos sanitarios y de alimentos.

Los residuos sólidos serán enviados al relleno sanitario de Tulum, por medio de camiones de volteo.

**Residuos sanitarios.** Se generarán residuos sanitarios por parte de los trabajadores de la obra, para lo cual se instalarán letrinas portátiles para el uso exclusivo y obligatorio del personal, a la cual se le dará mantenimiento y limpieza por parte de la empresa que rentará estos dispositivos.

**Emisiones a la atmósfera.** Los vehículos automotores y maquinaria pesada que se utilizarán en la preparación del sitio y durante la construcción generarán emisiones de gases a la atmósfera a través de sus escapes, estas emisiones deberán cumplir con los valores máximos de los parámetros que dicta las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015, 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. (D.O.F. 10/Junio/2015), NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. (D.O.F. 8/Marzo/2018). Para lo cual se aplicará un programa de mantenimiento en talleres especializados.

La empresa contratista será responsable del manejo adecuado de todos los tipos de residuos, así como el mantenimiento de la de la maquinaria ocupada en las etapas de preparación del sitio y construcción.

## II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.

### a) Descripción general del tipo de servicios que se brindarán.

En la Estación de Servicio y Locales Comerciales no se efectuará ningún proceso de transformación de alguna materia prima, solamente se efectuarán actividades de trasiego, almacenamiento y venta de combustible. La operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales abarcará 5 etapas.

ETAPA	ACTIVIDAD
1	Recepción del combustible.
2	Almacenamiento del combustible.
3	Despacho del combustible
4	Inspección y vigilancia.
5	Mantenimiento

**Tabla 10. Etapas de operación.**

A continuación, se describen cada una las etapas de operación.

#### **Etapa 1. Recepción de combustible.**

El personal encargado de la recepción de combustible previamente será capacitado y tendrá conocimientos de las características y riesgos de las sustancias, así como conocer las acciones para hacer frente a las contingencias probables dentro de las instalaciones, tales como la evacuación del personal y vehículos, inspección y manejo de extintores, combate de incendios, solicitud de apoyo a protección civil, bomberos, etc.

Los combustibles se recibirán por medio de autotanques de 18,000 o de 20,000 litros de capacidad.

Al ingresar el autotanque a la Estación de Servicio se efectuarán los siguientes pasos:

- El operador entregará la documentación al encargado, el cual verificará que el autotanque tenga el nivel correcto de acuerdo a su capacidad oficial y además el tipo de combustible que se recibe. Anota la hora y fecha de llegada en cada una de las hojas del tráfico y registran sus datos en la forma de "Reporte diario de entradas y salidas de transportes a descarga".
- Ya dentro de las instalaciones, el conductor dirigirá el vehículo hacia la toma de descarga.
- Una vez que el autotanque esté en posición de la descarga correspondiente, se apagará el motor y el operador de descarga deberá realizar las siguientes maniobras:
  - Verificar que no existan condiciones en su entorno que puedan poner en riesgo la operación.
  - Colocación de calzas de madera y/o plástico para asegurar la inmovilidad del vehículo. Para la colocación de las calzas, éstas deben acercarse con el pie teniendo cuidado de no exponer, las partes del cuerpo, en tanto que para retirarlas se debe utilizar el cable o la cadena a la cual están sujetas.
  - Conectar el autotanque al sistema de tierra física de la Estación de Servicio, verificando que la tierra física se encuentre libre de pintura, que la conexión entre las pinzas y el cable no se encuentre trozada y que las pinzas ejerzan una adecuada presión.
  - El Encargado debe comprobar que el sello (cola de ratón), colocado en la caja de válvulas, se encuentre íntegro antes de retirarlo y que coincida con el número asentado en la factura.
  - Conectar la manguera al autotanque de acuerdo al tipo de combustible que se va a descargar: inicialmente por el extremo de la boquilla del tanque de almacenamiento y posteriormente, por el extremo que se conecta a la válvula de descarga del autotanque.
  - En caso de que la Estación de Servicio cuente con sistema de recuperación de vapores, se debe de conectar la manguera al autotanque para la descarga del vapor del tanque de almacenamiento inicialmente por el extremo que se conecta a la válvula del tanque de almacenamiento.

- Verificar el nivel físico del combustible contenido en el tanque de almacenamiento al cual se dirigirá el mismo, para garantizar que haya espacio suficiente para el volumen contenido en la pipa.
- Después de que el responsable de la recepción y descarga del combustible haya llevado a cabo la conexión del codo de descarga, el chofer debe proceder a la apertura lenta de la válvula de descarga, para verificar que no existan derrames. A continuación, realizar la apertura total de la válvula para efectuar la descarga del combustible, verificando cada 5 minutos el paso del producto por la mirilla del codo de descarga.
- Verificar que las válvulas de descarga del tanque que vaya a ser llenado estén cerradas (no se deberá extraer combustible del tanque mientras éste sea llenado).
- El Chofer y el Encargado deben permanecer en el sitio de descarga y vigilar toda la operación, sin apartarse de la bocatoma del tanque de almacenamiento.
- Si durante las operaciones de descarga de producto se presentará alguna emergencia, el Chofer debe accionar de inmediato las válvulas de emergencia y de cierre de la descarga del autotanque.
- En el caso de que el producto descargado sea diésel, no se requiere utilizar la manguera de retorno de vapores hacia el tanque, por lo que tanto el Encargado como el Chofer deben verificar que la tapa de recuperación de vapores del autotanque se encuentre cerrada durante el proceso de descarga.

Al concluir el vaciado total del autotanque se procederá de la siguiente forma:

- Una vez que en la mirilla del codo de descarga no se aprecie flujo de producto, el Chofer debe cerrar las válvulas de descarga y de emergencia.
- A solicitud del Encargado de la Estación de Servicio, el Chofer debe accionar la palanca de la válvula de descarga verificando que la válvula de emergencia se encuentre abierta, para asegurar de esta manera la entrega total de producto.
- Posteriormente se llevará a cabo la desconexión de la manguera de descarga de acuerdo a la siguiente secuencia:
  - Desconectar el extremo conectado a la válvula de descarga del autotanque, levantando la manguera para permitir el drenado del combustible remanente hacia el tanque de almacenamiento; posteriormente se procede a desconectar el extremo conectado al tanque de almacenamiento.
  - En caso de que la Estación de Servicio cuente con sistema de recuperación de vapores, se debe desconectar primero el codo de acoplamiento al tanque de almacenamiento, a continuación, desconectar el extremo de la manguera del autotanque.
- Se coloca la manguera en su lugar.
- Quitar la conexión a tierra del autotanque, retiro de calzas.
- Revisar el nivel final del tanque de almacenamiento, para verificar la cantidad de combustible recibido.
- Ya por último, los documentos del conductor, conocidos como tráfico, se sellan anotando en ellos hora de arribo, hora de salida, la fecha y la firma del descargador, entregando dichos documentos al encargado de la Estación de Servicio.

#### **Verificación de condiciones óptimas de descarga.**

- En el sistema de control de inventarios, se seleccionará el tanque de almacenamiento que será designado para la recepción del combustible. Deberá verificarse que la capacidad del espacio vacío en el tanque, sea suficiente para contener el volumen de producto que descargue el autotanque, sin que ésta alcance el 95 % de la capacidad total del tanque de almacenamiento.
- El operador del autotanque y el encargado de la Estación de Servicio deben verificar que la caja que contiene las válvulas para la descarga de producto esté debidamente sellada.

- En el área destinada para la descarga, se colocarán un mínimo de 4 biombos con la leyenda “Peligro, Descargando Combustible”, para proteger como mínimo un área de 6 x 6 metros, tomando como centro la bocatoma del tanque de almacenamiento que recibirá el producto.
- Durante la operación de descarga, se debe verificar que el área permanezca libre de personas y vehículos ajenos a esta actividad, asimismo se ubicarán dos personas, cada una con un extintor de P.Q.S. de 9 kg.
- El personal que está en el área de operación de la Estación de Servicio durante las maniobras de descarga, debe usar ropa de algodón y zapatos de seguridad sin clavos, para evitar chispas, así como asegurarse de no llevar objetos como peines, lápices, etc., que puedan caer dentro del autotanque y obstruyan los asientos de las válvulas de emergencia y descarga, dando como resultado que éstas no cierren totalmente, originando derrames.
- En caso de producirse un derrame durante la descarga, el personal encargado procederá a accionar las válvulas de emergencia de cierre rápido y corregir la falla o suspender la operación.
- El chofer no debe permanecer por ningún motivo en la cabina del vehículo durante la operación de descarga de combustible.
- Queda prohibida la descarga de producto en tambores de 200 litros o en cualquier otro tipo de recipientes, directo del autotanque.
- Por ningún motivo deberá descargarse combustible de manera simultánea en dos o más tanques.
- Antes de iniciar el proceso de descarga de combustible, el encargado de la recepción y descarga debe cortar el suministro de energía eléctrica a la bomba sumergible del tanque de almacenamiento.

## **Eta**pa 2. Almacenamiento de Combustible.

### **Riesgos identificados.**

Los combustibles estarán almacenados en tanques subterráneos, en donde pueden producirse fugas que podrían filtrarse directamente por el terreno. Cualquier rotura que se produzca en cualquier tanque es muy grave porque a simple vista será muy difícil darse cuenta, ya que estarán tapados con una losa de concreto. Por tanto, el tiempo que transcurra desde que se produce la fisura hasta que se arregle puede ser largo y, consecuentemente, la pérdida de combustible grande. Otro inconveniente es la dificultad para reparar cualquier fisura.

Por la gravedad que supone que se produzca una fisura en el tanque, se han tomado una serie de precauciones para evitar estas roturas, para detectarlas inmediatamente y para evitar que el combustible se derrame libremente por el terreno.

### **Medidas preventivas.**

Para evitar fisuras en los tanques, ha de saberse que su causa principal es la corrosión, por eso en la elección del material se ha buscado que sea resistente a los hidrocarburos y a la corrosión externa del terreno, por tal motivo se seleccionaron los tanques de doble pared acero-fibra de vidrio.

Para detectar inmediatamente cualquier fisura, por pequeña que sea que se produzca en cualquiera de las dos paredes de los tanques, se instalará un sistema de detección de fugas en la cámara intermedia. Este sistema mide la presión que hay en la cámara intersticial. En caso de producirse una fuga en cualquiera de las dos cámaras, variaría la presión y saltaría una alarma alertando del peligro.

Para que el combustible no se filtre al terreno en caso de producirse alguna fisura, se contarán con tanques de doble pared. Por tanto, si una pared se agrieta antes de que el combustible llegue al suelo, el sistema de fugas avisaría y daría tiempo de reparar el daño. Los tanques de doble pared reducen y casi anulan, la posibilidad de que el combustible almacenado se derrame por el terreno de la gasolinera. Esto tan sólo sería posible si se rompiesen a la vez las dos paredes de los tanques, cosa muy improbable. Sin embargo, aún que se diera este caso los tanques estarán confinados

dentro de una fosa de contención con acabado interior impermeable, que en caso de que se rompan las dos paredes del tanque el combustible no se filtre al terreno, sino que sea contenido en la fosa; además se contará con dos pozos de observación para detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo y en los linderos del predio se contará con cuatro pozos de monitoreo para evaluar la calidad del agua subterránea.

Los tanques estarán bien sujetos a la losa inferior para impedir cualquier movimiento que se pueda producir. Si no fuera así, cualquier movimiento produciría la rotura de tuberías, acoplamientos, arquetas, etc. o incluso, el propio tanque, con el consecuente peligro de producirse alguna fuga de combustible.

- El almacenamiento de los combustibles se realizará en tanques subterráneos del tipo ecológico de doble pared acero-fibra de vidrio.
- Los tanques de almacenamiento contarán con detectores de fugas en el espacio anular entre las paredes del tanque, para registrar oportunamente alguna fuga de combustible del tanque (contenedor) primario, los cuales enviarán una señal a la alarma sonora y visible con que contará la Estación de Servicio. Las tuberías de doble pared contarán también con detectores similares.
- Los tanques de almacenamiento estarán confinados dentro de una fosa de contención y se contará con dos pozos de observación para detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo y en los linderos del predio se contará con cuatro pozos de monitoreo para evaluar la calidad del agua subterránea.
- Los tanques de almacenamiento contarán con sistema de venteo provisto de válvula de presión-vacío, además se contará con venteos de emergencia con el fin de relevar la presión interna producida en caso de incendio.
- Los tanques de almacenamiento contarán con entrada hombre.
- Previo a su puesta en operación se realizarán pruebas de hermeticidad a los tanques de almacenamiento y a las tuberías de suministro de combustible.

Se contará con un sistema de control de inventarios para verificar que coincidan las entradas y salidas de combustible de la Estación de Servicio.

La zona de tanques de almacenamiento se mantendrá libre de basura, así como de sustancias que pudieran poner en peligro la seguridad de la Estación de Servicio.

### **Etapa 3. Despacho de combustible.**

La Estación de Servicio contará con dispensarios que expenderán los siguientes productos: gasolina con contenido mínimo de 87 octanos y gasolina con contenido mínimo de 91 octanos y diésel automotriz. La operación de despacho se realizará tomando en cuenta las disposiciones dadas en la NOM-005-ASEA-2016.

Los dispensarios contarán con válvula de emergencia (Shut-off) c/u, localizada en la tubería de suministro de producto, que garantiza el corte inmediato del flujo del combustible si hubiese fuego o colisión y las mangueras de despacho contarán con válvula de emergencia Break Away, con capacidad para retener el combustible en ambos lados del punto de ruptura.

En la parte inferior de los dispensarios se instalarán contenedores herméticos, para la contención y manejo de los productos, en caso de algún derrame de combustible, los cuales contarán con un sensor para la detección de fugas. La energía que alimenta el dispensario deberá de suspenderse automáticamente cuando se detecte cualquier líquido en el contenedor.

**Procedimiento de despacho de combustible.**

Para el despacho de los combustibles a los vehículos que llegan a la Estación de Servicio se realizará mediante el siguiente procedimiento:

Responsable	Actividad
Despachador	Guiar al conductor para que se estacione adecuadamente en la posición de carga correspondiente para no entorpecer el flujo vehicular.
Despachador	Verifique que se encuentra apagado el motor del automóvil y si tienen teléfono celular asegúrese que este apagado, para no poder realizar ni recibir llamadas
Despachador	Se acercará al conductor, lo saludará, le solicitará la llave del tapón del tanque y le preguntará el tipo y cantidad de combustible que desea.
Cliente	Le entregará la llave del tapón o, en su caso, lo abrirá automáticamente; indicando el tipo y la cantidad de combustible que requiere.
Despachador	Destapa el tanque de combustible guardándose en el overol el tapón y las llaves, disponiéndose a despachar el combustible.
Despachador	Toma la manguera del dispensario, verifica que el medidor marque ceros y solicita al cliente que lo verifique.
Cliente	Verifica que el medidor marque ceros y autoriza que le despachen.
Despachador	Coloca la pistola en la entrada del depósito del vehículo y en caso de que el dispensario así lo permita, programará de acuerdo con la cantidad de litros o importe que el cliente solicitó, cuidando que no se derrame, suministra el combustible.
Despachador	Pregunta al conductor si quiere algún servicio adicional para su vehículo.
Despachador	Note que cuando el tanque de gasolina está lleno, el mecanismo automático detendrá el bombeo y en algunos casos emitirá una señal, remueva la pistola, y no trate de llenar más el tubo de combustible, esto evitara goteo y derrames
Despachador	Retira la pistola de la entrada del depósito del vehículo, acomodando la manguera en el dispensario.
Despachador	Extrae de su overol las llaves del vehículo y el tapón del tanque, verificando que quede bien cerrado.
Despachador	Entrega al conductor las llaves del vehículo y le informa sobre la cantidad suministrada; pidiéndole que la verifique en el dispensario.
Despachador	Elabora la nota de remisión por el importe del combustible despachado más algún otro producto (aceites lubricantes) que se le hubiera vendido y la entrega al cliente.
Despachador	Realiza el cobro y despide amablemente al conductor.

**Tabla 11. Procedimiento de despacho de combustibles.**

Para minimizar los riesgos derivado del manejo de combustibles, se deberán de observar siempre las siguientes normas de seguridad:

- No utilizar teléfonos celulares.
- No fumar ni encender fuego.
- Ubicarse adecuadamente en la posición de carga correspondiente y no entorpecer el movimiento de las unidades.
- Si llega a la Estación un vehículo con fugas de gasolina, con agua en el radiador hirviendo o cualquier otra condición peligrosa, se le desviará hacia un lugar fuera de la Estación donde no represente peligro.
- Atender los señalamientos y sus indicaciones.
- Apagar el motor del vehículo antes del despacho de combustible.
- No encender el motor sino hasta que el despachador lo indique.

- No efectuar ningún tipo de reparaciones en el área de despacho.
- No permanecer más tiempo del necesario en el área de despacho.
- Respetar la zona de acercamiento, el límite máximo de velocidad (10 km/h) y el sentido de la circulación.
- En caso de derrame accidental de gasolina, éste deberá ser eliminado inmediatamente con agua y no se autorizará el arranque del vehículo o la entrada de un nuevo usuario a esa área, hasta que haya desaparecido el peligro.

Por razones de seguridad, no se suministrará combustible en los siguientes casos:

- A vehículos de transporte público con pasajeros a bordo.
- A personas que se encuentren en estado de intoxicación por enervantes o por bebidas alcohólicas.
- A menores de edad.
- A vehículos que no tengan el tapón del tanque de combustible.
- Cuando se trate de recipientes que no sean de plástico, no estén en buen estado y no tengan cierre hermético.

#### **Etapa 4. Inspección y vigilancia.**

En esta etapa, el responsable de su realización que generalmente es el Encargado de la Estación de Servicio, revisará que no existan fuentes de peligro potencial en el área donde se ubica dicha Estación. Se deben realizar inspecciones periódicas en las zonas aledañas a la Estación de Servicio, con el fin de comprobar que no exista ningún riesgo potencial que pudiera afectar la seguridad de las instalaciones. En caso de que se localice una fuente de riesgo que afecte la seguridad de la Estación, esta deberá ser reportada de inmediato a las autoridades competentes.

Para el fiel cumplimiento de la NOM-005-ASEA-2016, indica en su apartado **10 Evaluación de la conformidad**, el procedimiento de evaluación de la conformidad y es aplicable al diseño, construcción, operación y mantenimiento y cambios en las Estaciones de Servicio. Las Estaciones de Servicio deben obtener un dictamen elaborado por una Unidad de Verificación Acreditada que compruebe documentalmente el cumplimiento de la norma.

#### **Etapa 5.- Mantenimiento.**

Para un adecuado mantenimiento el Regulado debe cumplir las disposiciones del ANEXO 4 (inciso 3) de la NOM-005-ASEA-2016.

El programa de mantenimiento lo integran todas las actividades que se desarrollan en la Estación de Servicio para conservar en condiciones óptimas de seguridad y operación los equipos e instalaciones como son: dispensarios, bombas sumergibles, válvulas, tuberías, instalaciones eléctricas, tierras físicas, extintores, drenajes, trampa de combustible, sistemas de recuperación de vapores, sistemas de control de inventarios, monitoreo de fugas, limpieza ecológica, pintura en general, señalamientos, etc.; elaborado principalmente en base a los manuales de mantenimiento de cada equipo o en su caso a las indicaciones de los fabricantes.

Por su naturaleza el mantenimiento se divide en preventivo y correctivo:

**Mantenimiento Preventivo:** Son las actividades que se desarrollan de acuerdo a un programa predeterminado; permite detectar y prevenir a tiempo cualquier desperfecto antes de que falle algún equipo o instalación; si se lleva a cabo correctamente disminuirá riesgos e interrupciones repentinas.

**Mantenimiento Correctivo:** Son las actividades que se desarrollan para sustituir algún equipo o instalación por reparación o sustitución de los mismos.

Como parte integral para el cumplimiento de la NOM-005-ASEA-2016, se deberá revisar que el estado de los sistemas de la Estación de Servicio opere en condiciones normales. Para ello, se contará con un Programa de Mantenimiento Preventivo de acuerdo a lo establecido en dicha norma, en donde se describen los trabajos a efectuar y el estado que debe guardar las instalaciones y equipos. En el caso que sea necesario una reparación mayor de las instalaciones o equipos, se recurrirá a empresas especializadas en el área.

A continuación, se presenta el programa de mantenimiento preventivo que se realizará en la Estación de Servicio.

Equipo e Instalaciones	Frecuencia				
	Diario	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Tanques de almacenamiento					X
Compresor de aire			X		
Línea de sensores.				X	
Instalación hidráulica.				X	
Sistema de seguridad de tanques.		X			
Botón de paro de emergencia		X			
Sistema de venteo				X	
Línea de conducción de combustible.		X			
Oficinas administrativas	X				
Dispensarios	X				
Equipo mecánico				X	
Extintores					X
Red de tierra física			X		
Trampa de combustible y registros	X				
Equipo de protección personal			X		
Nivel de la cisterna de agua	X				
Botiquines de primeros auxilios			X		
Equipo de comunicación	X				
Sistema eléctrico					X
Planta de emergencia					X
Transformador					X

**Tabla 12. Programa de mantenimiento.**

El programa de mantenimiento de los sistemas debe contar con los procedimientos enfocados a:

- a. Verificar el funcionamiento seguro de los equipos relacionados con la operación;
- b. Asegurar que los materiales y refacciones que se usan en los equipos cumplen con las especificaciones requeridas;
- c. Testificar que se lleven a cabo las revisiones y pruebas periódicas a los equipos;
- d. Realizar el mantenimiento con base en las recomendaciones del fabricante y el procedimiento de la empresa;
- e. Revisar el cumplimiento de las acciones correctivas resultantes del mantenimiento;
- f. Revisar los equipos nuevos y de reemplazo, para el cumplimiento con los requerimientos de diseño donde estarán instalados, y
- g. Definir los criterios o límites de aceptación; la frecuencia de las revisiones y pruebas, conforme a las recomendaciones del fabricante; las buenas prácticas de ingeniería; los requerimientos regulatorios y las políticas del Regulado, entre otros.

Por seguridad y para evitar riesgos, las actividades de mantenimiento deben ser realizadas cumpliendo las medidas de seguridad descritas en el punto 8.4 de esta Norma, y se utilizarán herramientas, equipos de seguridad y refacciones que garanticen los trabajos de mantenimiento.

Todo trabajo de mantenimiento debe quedar documentado en la(s) bitácora(s) y registrado en los expedientes correspondientes.

#### **Bitácora.**

Para efectos de control y verificación de las actividades de mantenimiento la Estación de Servicio contará con bitácora foliada, para el registro de lo siguiente: mantenimiento preventivo y correctivo de edificaciones, elementos constructivos, equipos, sistemas e instalaciones de la Estación de Servicio, pruebas de hermeticidad, incidentes e inspecciones de mantenimiento, entre otros.

- a. La bitácora no debe contener tachaduras y en caso de requerirse alguna corrección, ésta será a través de un nuevo registro, sin eliminar ni tachar el registro previo.
- b. La bitácora estará disponible en todo momento en la Estación de Servicio y en un lugar de fácil acceso tanto para el responsable de dicha estación como para los trabajadores autorizados.
- c. La bitácora debe contener como mínimo, lo siguiente: nombre de la Estación de Servicio, domicilio, nombre del equipo y firmas de los trabajadores autorizados, firma autógrafa del o los trabajadores que realizaron el registro de actividades, así como la fecha y hora del registro.

Se permite el uso de aplicaciones (software) de base(s) de datos electrónica(s) para dar el seguimiento a las labores que deben ser registradas en la(s) bitácora(s), éstas deben permitir la rastreabilidad de las actividades y los registros requeridos de operación y/o mantenimiento, tales como actividades ejecutadas por personal competente o interacción con personal competente externo en la actividad, informes externos, evidencias objetivas (reportes de servicio, fotografías, manejo de residuos, manifiestos de disposición de residuos, entre otros). Se deben de incluir todos los registros de concepto requeridos a lo largo de esta Norma.

#### **Preparativos para realizar actividades de mantenimiento.**

Todos los trabajos peligrosos efectuados por los trabajadores de la Estación de Servicio o contratados con externos deben ser autorizados por escrito por el responsable de la Estación de Servicio y se registrarán en la bitácora, anotando la fecha y horas de inicio y terminación programadas, así como el equipo y materiales de seguridad que serán utilizados.

Los trabajadores de la Estación de Servicio y el personal externo contarán con el equipo de seguridad y protección; así como con herramientas y equipos adecuados de acuerdo al lugar y las actividades que vayan a realizar.

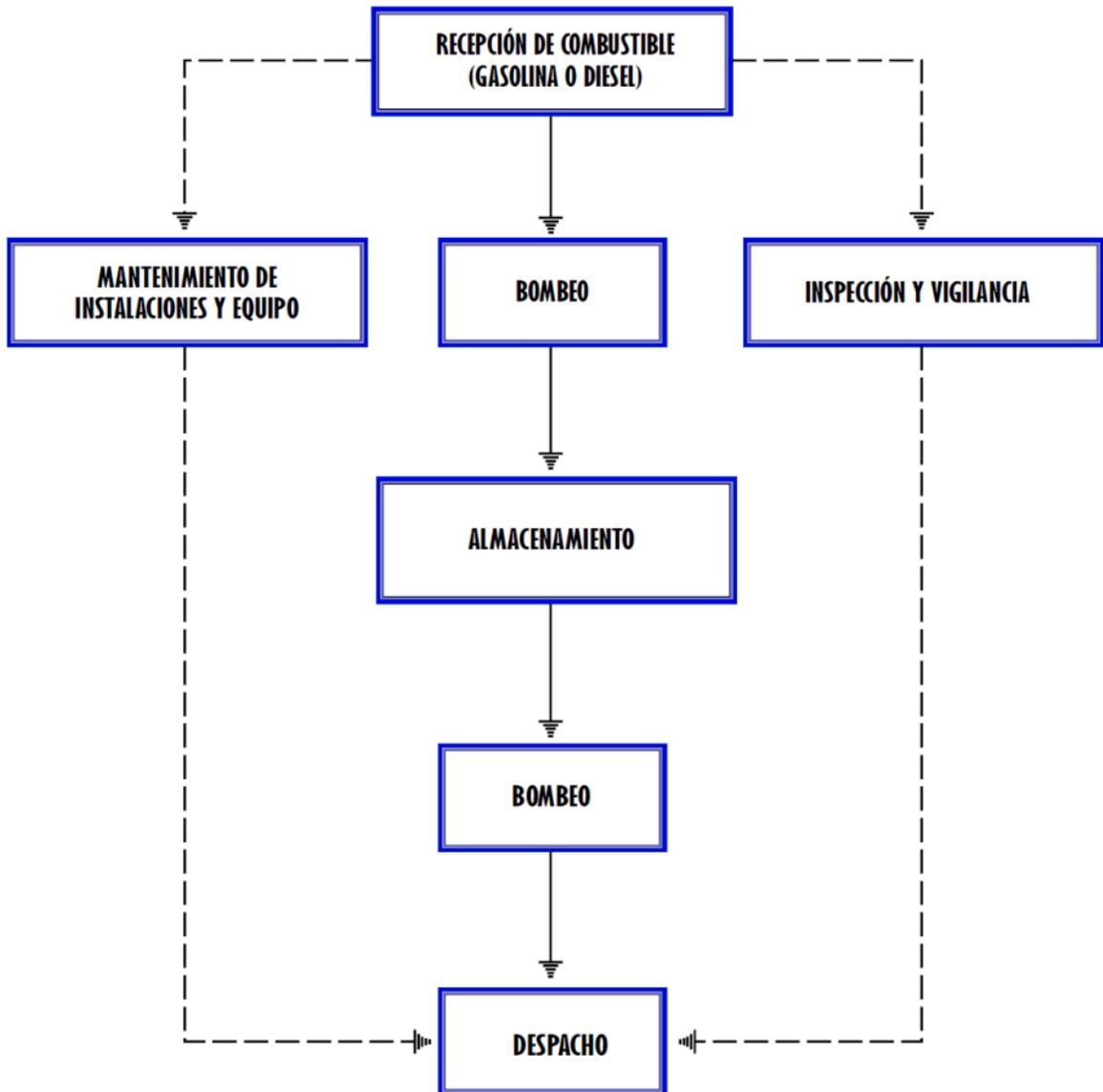
Antes de realizar cualquier actividad de mantenimiento se deben seguir las medidas establecidas en los procedimientos de mantenimiento, las recomendaciones de fabricante y las siguientes:

- a. Suspender el suministro de energía eléctrica al equipo en mantenimiento y aplicar el procedimiento de seguridad de etiquetado, bloqueo y candado.
- b. Para actividades en dispensarios, suspender el despacho de producto desde la bomba sumergible al dispensario.
- c. Delimitar la zona en un radio de:
  1. 6.10 m a partir de cualquier costado de los dispensarios.
  2. 3.00 m a partir de la bocatoma de llenado de tanques de almacenamiento.
  3. 3.00 m a partir de la bomba sumergible.
  4. 8.00 m a partir de la trampa de grasas o combustibles.

- d. Verificar con un explosímetro que no existan o se presenten concentraciones explosivas de vapores (si el área es clasificada como peligrosa).
- e. Eliminar cualquier punto de ignición.
- f. Todas las herramientas eléctricas portátiles estarán aterrizadas y sus conexiones e instalación deben ser a prueba de explosión.
- g. En el área de trabajo se designarán a dos personas capacitadas en el uso de extintores, cada una con un extintor de 9.0 kg y estarán especificados y deben cumplir con la función de sofocar fuego de las clases A, B y C.
- h. Cuando se realicen trabajos en el interior del tanque de almacenamiento se tendrá una persona en el exterior encargado de la seguridad.
- i. Estas medidas preventivas son enunciativas y no limitativas.

En las páginas siguientes se presentan los diagramas de bloques y de flujo por la operación de la Estación de Servicio y en el anexo No. 4 se presenta plano del proyecto.

## DIAGRAMA DE BLOQUES POR LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO



Consultores en Ecosistemas S.C.



FIGURA 1. Diagrama de bloques de la operación de la Estación de Servicio.

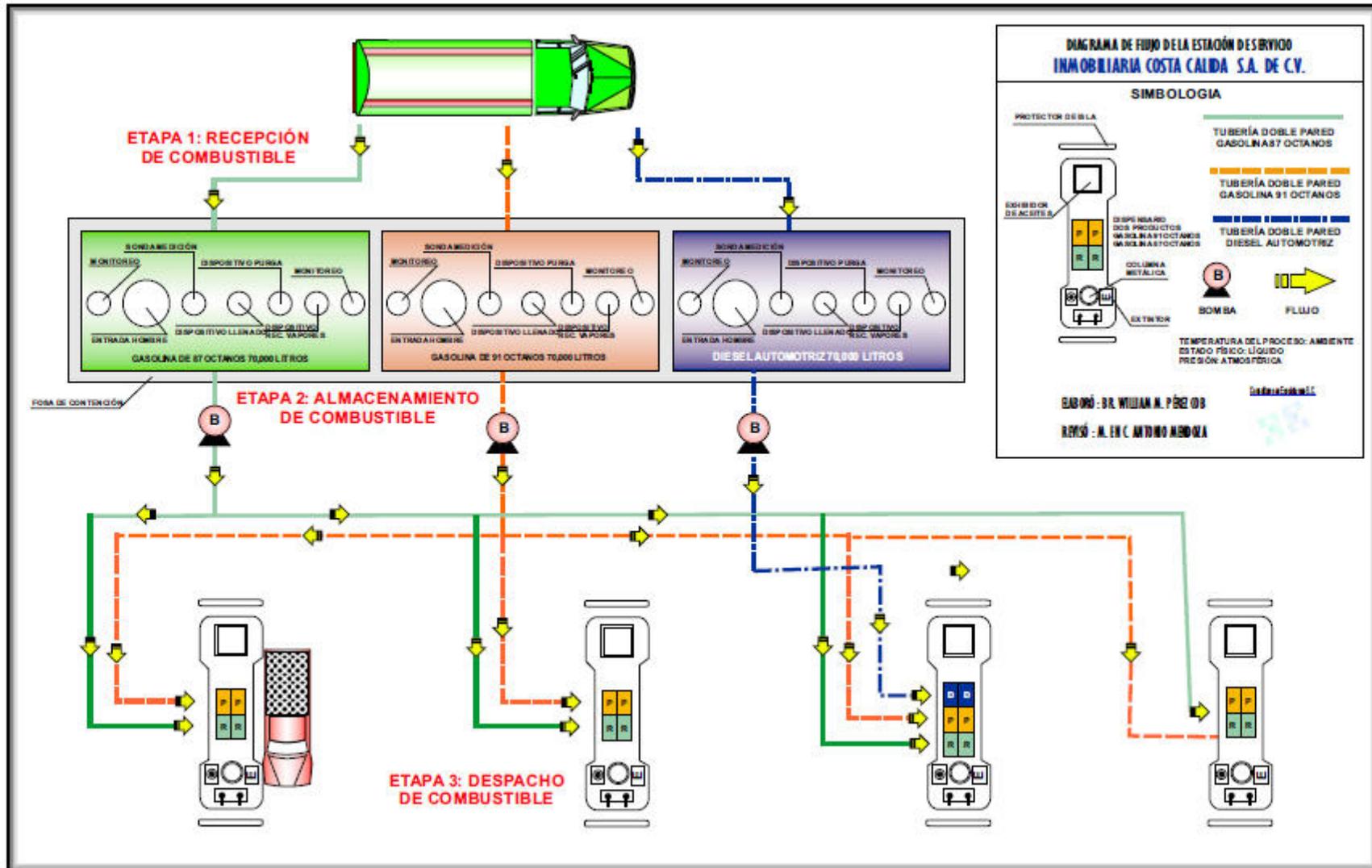
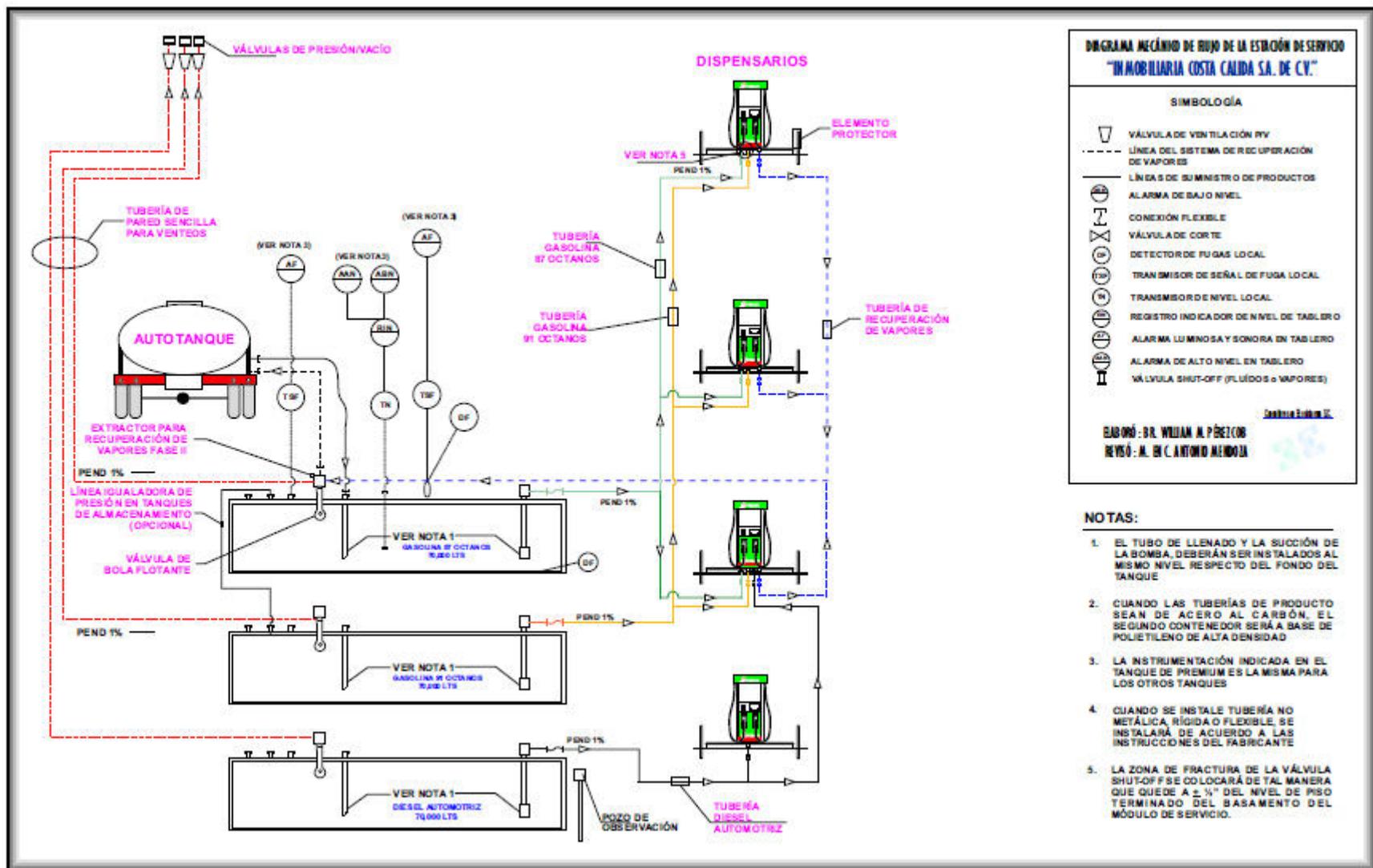


FIGURA 2. Diagrama de flujo de la operación de la Estación de Servicio.



b) **Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos.**

- **Tanques de almacenamiento de doble pared:** Este tipo de tanques estarán fabricados cumpliendo con los códigos UL-58 y UL-1316, los cuales presentan una mayor seguridad con su doble contención; además de ser resistente a la corrosión externa.
- **Fosa de contención:** Los tanques de almacenamiento estarán instalados dentro de una fosa de contención, con acabado interior impermeable, que evitará la contaminación por derrames de combustible.
- **Pozo de observación:** En las esquinas de la fosa de contención se contará con dos pozos de observación, para detectar la presencia de vapores de hidrocarburos del subsuelo.
- **Pozo de monitoreo:** En los linderos del predio se contará con cuatro pozos de monitoreo para evaluar la calidad del agua subterránea.
- **Detección electrónica de fugas en espacio anular:** Este sistema ayuda a prever fugas ocasionadas por posibles fallas en el sistema de doble contención de los tanques, el cual consiste en sensor electrónico para la detección de hidrocarburos que estará conectado a la consola de control.
- **Válvulas de sobrellenado:** Los tanques de almacenamiento contarán con válvula de sobrellenado, que cerrará el acceso de líquido al tanque cuando alcanza el 95% de su capacidad, lo que evitará posibles derrames de combustible.
- **Control de inventarios:** Este sistema electrónico y automatizado permite medir las existencias del producto almacenado, previniendo de esta manera, sobrellenados y derrames de productos.
- **Válvulas de emergencia Break Away:** Las mangueras de despacho de combustible contarán con válvula de corte de emergencia, con capacidad para retener el producto en ambos lados del punto de ruptura.
- **Válvula de emergencia Shut off:** Los dispensarios contarán con válvula de emergencia, que estará localizada en la tubería de suministro de combustible, que permita detener el flujo de combustible al dispensario en caso de desprendimiento.
- **Contenedores herméticos en dispensarios:** En la parte inferior de los dispensarios se instalará un contenedor hermético de fibra de vidrio o polietileno de alta densidad, con un espesor que cumpla con los estándares internacionales de resistencia y estará libre de cualquier tipo de relleno para facilitar su inspección y mantenimiento.
- **Detección electrónica de fugas:** Se contará con un sistema electrónico para la detección de líquidos, con sensores en contenedor de bombas sumergibles, dispensarios y tuberías de suministro de producto, las cuales estarán conectadas a la consola de control. En caso de detectarse cualquier líquido en el contenedor de los dispensarios, la energía que alimenta al dispensario será suspendida automáticamente.
- **Tuberías de doble pared:** Con el objeto de evitar la contaminación del subsuelo, las tuberías de suministro de combustible serán de doble pared; que provee un espacio anular (intersticial) continuo para verificar la hermeticidad y estarán instaladas dentro de trincheras. Se contará con un sistema de control de detección electrónica que identificará líquidos que penetre por la pared secundaria o el producto que llegará a fugarse del contenedor primario.
- **Botón de paro de emergencia:** Capaz de suspender el suministro de energía eléctrica de forma inmediata, en toda la red que se encuentra conectada al centro de control de motores y alimentación de dispensarios.
- **Sistema de drenaje de aguas aceitosas:** Se contará con un sistema de drenaje de aguas aceitosas, consistente en rejillas colectoras, las cuales estarán conectadas a la trampa de

- combustible y depósito de residuos. Este sistema permitirá la contención y control de derrames en la zona de almacenamiento y despacho de combustible.
- **Sistema de drenaje de aguas residuales:** El proyecto contará con sistema de drenaje de aguas residuales proveniente de los servicios sanitarios, los cuales se enviarán a una fosa ciega para posteriormente ser retirados por una empresa autorizada para su disposición final.

**c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.**

Para un adecuado mantenimiento el Regulado debe cumplir las disposiciones del ANEXO 4 (inciso 3) de la NOM-005-ASEA-2016.

En la Estación de Servicio se tiene contemplado un programa de mantenimiento a los equipos e instalaciones, por lo que no se puede saber con exactitud qué tipo de reparaciones se realizarán; sin embargo, en caso de ser necesaria una reparación a los tanques de almacenamiento, tuberías de trasiego, bombas sumergibles, dispensarios, tanques, sistema eléctrico y computo se recurrirá a empresas especializadas en el área.

El programa de mantenimiento lo integran todas las actividades que se desarrollan en la Estación de Servicio para conservar en condiciones óptimas de seguridad y operación los equipos e instalaciones como son: dispensarios, bombas sumergibles, válvulas, tuberías, instalaciones eléctricas, tierras físicas, extintores, drenajes, trampa de combustible, sistemas de recuperación de vapores, sistemas de control de inventarios, monitoreo de fugas, limpieza ecológica, pintura en general, señalamientos, etc.; elaborado principalmente en base a los manuales de mantenimiento de cada equipo o en su caso a las indicaciones de los fabricantes. Por su naturaleza el mantenimiento se divide en preventivo y correctivo:

**Mantenimiento Preventivo:** Son las actividades que se desarrollan de acuerdo a un programa predeterminado; permite detectar y prevenir a tiempo cualquier desperfecto antes de que falle algún equipo o instalación; si se lleva a cabo correctamente disminuirá riesgos e interrupciones repentinas.

**Mantenimiento Correctivo:** Son las actividades que se desarrollan para sustituir algún equipo o instalación por reparación o sustitución de los mismos.

Como parte integral para el cumplimiento de la NOM-005-ASEA-2016, se deberá revisar que el estado de los sistemas de la Estación de Servicio opere en condiciones normales. Para ello, se contará con un Programa de Mantenimiento Preventivo de acuerdo a lo establecido en dicha norma, en donde se describen los trabajos a efectuar y el estado que debe guardar las instalaciones y equipos. En el caso que sea necesario una reparación mayor de las instalaciones o equipos, se recurrirá a empresas especializadas en el área.

Para el seguimiento del Programa de Mantenimiento se contará con una "Bitácora foliada". En la "Bitácora" se registrarán por escrito de forma continua, a detalle y por fechas, las actividades relacionadas con los equipos e instalaciones, así como la propia operación, mantenimiento, supervisión, etc., de la Estación de Servicio.

Los registros en la "Bitácora" deberán ser claros, precisos sin omisiones ni tachaduras y en caso de requerirse alguna corrección, ésta será a través de un nuevo registro, sin eliminar la hoja y sin borrar ni tachar el registro previo.

**d) Control de malezas o fauna nociva.**

Para el control de malezas o fauna nociva no se utilizarán pesticidas o insecticidas. En el caso de la maleza se retirará manualmente (chapeo), cuando se le de mantenimiento (riego) a las áreas verdes de la Estación de Servicio y Locales Comerciales y en el caso de la fauna nociva se

realizará la limpieza de todas las zonas del inmueble con el fin de evitar la generación de la fauna nociva.

#### **II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto.**

No se tienen contemplado obras asociadas al proyecto.

#### **II.2.7. Etapa de abandono del sitio.**

No se tiene contemplado un programa de abandono del sitio. En el supuesto caso de que en un futuro la Estación de Servicio desocupará el inmueble que será construido, éste podrá ser utilizado por otra Estación de Servicio o por cualquier empresa que así lo requiera.

En caso de que la empresa se vea en la necesidad de abandonar el sitio se realizarán las siguientes actividades.

- Limpieza ecológica de la trampa de combustible y zona de almacenamiento temporal de residuos peligrosos, mediante una empresa autorizada por las autoridades ambientales.
- Retiro de los tanques de combustible, para lo cual deberán de estar libres de combustible.
- Retiro de dispensarios de despacho.
- Retiro de controles eléctricos, equipos de cómputo y maquinaria.
- Retiro de residuos sólidos domésticos por parte de una empresa autorizada por el H. Ayuntamiento de Solidaridad.
- Desmantelamiento de letrero distintivo y zona de despacho.

#### **II.2.8. Utilización de explosivos.**

No aplica. En la preparación del sitio y construcción del proyecto no se utilizarán explosivos.

#### **II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.**

##### **Etapa de preparación del sitio y construcción.**

**Residuos sólidos.** En la preparación del sitio se generarán residuos vegetales producto de la remoción de la vegetación y basura, que serán llevados al relleno sanitario por medio de camiones de volteo. Parte de los residuos vegetales serán composteados y el material obtenido se utilizarán en las áreas verdes.

Durante la construcción se generarán residuos como: sobrantes de materiales de construcción, retacería de madera y fierro, tubería, bolsas de cemento y cal, envases de plástico y latas de refrescos, pedazos de cables y alambres y material diverso. Los envases de comida y refrescos, así como los residuos orgánicos generados por los trabajadores se recolectarán en tambores metálicos de 200 litros de capacidad. Se realizará la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos y se enviarán al relleno sanitario por medio de camiones de volteo.

**Residuos sanitarios:** Se instalará una letrina portátil para el uso exclusivo y obligatorio de los trabajadores, a la cual se le dará mantenimiento y limpieza por parte de la empresa rentadora, la cual dispondrá los residuos en los sitios autorizados.

**Emisiones a la atmósfera.** Los vehículos automotores y maquinaria pesada que se utilizarán en la preparación del sitio y durante la construcción generarán emisiones de gases a la atmósfera a través de sus escapes, estas emisiones deberán cumplir con los valores máximos de los parámetros que dicta las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015, 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. (D.O.F. 10/Junio/2015), NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. (D.O.F. 8/Marzo/2018). Para lo cual se aplicará un programa de mantenimiento para los vehículos y maquinaria que se emplearán, en talleres especializados.

#### **Etapa de operación y mantenimiento.**

**Residuos sólidos.** En esta etapa los residuos sólidos generados serán papeles para uso de oficinas, cartones, envases de plástico, latas de refrescos y residuos de comida, los cuales serán almacenados temporalmente en tambores metálicos de 200 lts, se estima que se generarán de 2 a 3 tambores por semana.

**Residuos líquidos.** Las aguas producto de los servicios sanitarios de las oficinas y baños se descargarán al sistema de drenaje de aguas residuales donde se enviarán a una fosa ciega, de la cual serán retirados periódicamente por una empresa autorizada por el H. Ayuntamiento de Tulum, para su disposición final.

**Residuos sólidos peligrosos.** Se generarán sólidos impregnados con hidrocarburos. Estos se depositarán en un contenedor que se almacenará de acuerdo a las Normas Oficiales, hasta que sea recogido por una empresa autorizada para este propósito.

El almacén temporal de residuos peligrosos contará con piso impermeable, dique de contención y rejilla de drenaje con conexión a la trampa de combustible, se clasificarán los residuos peligrosos en sólidos y líquidos, para lo cual se contará con contenedores con tapa y debidamente etiquetados.

**Residuos líquidos peligrosos:** En caso de que ocurriera algún derrame de combustible o aceite, estos serán recolectados por el drenaje hasta la trampa de combustibles y de ahí al depósito de residuos; con el objeto de evitar accidentes y la posible contaminación del manto freático.

Las aguas de las zonas de descarga, despacho y almacenamiento contienen residuos de hidrocarburos los cuales por ser más densos que el agua, flotan sobre ésta. Este fenómeno permite que puedan entramparse o capturarse con facilidad.

**Emisiones a la atmósfera.** Las emisiones de gases a la atmósfera que se generarán serán producidas por los escapes de los vehículos automotores que lleguen a cargar combustible a la Estación de Servicio, pero estas serán cantidades mínimas que no igualarán o rebasarán los límites máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.

Las aguas pluviales se descargarán a un pozo de absorción.

#### **II.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.**

La infraestructura con que contará la Estación de Servicio para el manejo y disposición de los residuos será la siguiente:

- Almacén temporal de residuos orgánicos e inorgánicos.
- Almacén temporal de residuos peligrosos.
- Sistema de drenaje de aguas residuales.
- Sistema de fosa ciega para aguas negras.
- Sistema de drenaje de aguas aceitosas.

- Trampa de combustible con fosa ciega (depósito de residuos).

En el caso de los residuos sólidos urbanos se contarán con tambores metálicos con tapa donde se clasificarán en orgánicos, inorgánicos y sanitarios, los cuales serán enviados al relleno sanitario, para lo cual se contratará los servicios prestados por el H. Ayuntamiento de Solidaridad.

La Estación de Servicio contará con una zona de confinamiento temporal de residuos peligrosos, los cuales serán enviados a su confinamiento final por medio de empresas autorizadas por las autoridades ambientales.

Igualmente se contará con un sistema de drenaje de aguas aceitosas para las zonas de descarga, almacenamiento y despacho, que desembocarán en una trampa de combustible y se almacenarán en un cárcamo ciego, en espera de ser recogidas por empresas autorizadas.

Las aguas residuales sanitarias se descargarán a una fosa ciega, de la cual serán retirados periódicamente por una empresa autorizada por el H. Ayuntamiento de Tulum, para su disposición final.

Estos servicios son suficientes para cubrir la demanda futura de la Estación de Servicio, ya que no generará grandes cantidades de residuos.

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

#### **Materia Ambiental.**

La Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) es un documento requerido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y en este caso en particular, es un requerimiento específico de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, de acuerdo al **REGLAMENTO Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos publicado el 31 de octubre de 2014, mismo que entró en vigor el 3 de marzo de 2015, que establece:**

***ARTÍCULO 1.** La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión, tiene a su cargo el ejercicio de las facultades y el despacho de los asuntos que le encomiendan la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la Ley de Hidrocarburos y demás ordenamientos que resulten aplicables en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el Sector.*

La cantidad de almacenamiento de combustibles en la Estación de Servicio será de 70,000 litros de gasolina con contenido mínimo de 87 octanos; 70,000 litros de gasolina con contenido mínimo de 91 octanos y 70,000 litros de diésel automotriz, teniendo un total de 210,000 litros que equivalen a 1,320.86 barriles, por lo que la operación **NO SE CONSIDERA COMO UNA ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA** ya que en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992 se observa que la cantidad de reporte para las gasolinas es de 10,000 barriles.

Para obtener el permiso ambiental de la autoridad federal (ASEA) se presenta el siguiente estudio: **Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, por la construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales “Inmobiliaria costa Cálida S.A. de C.V.”.**

En la construcción y operación del proyecto se cumplirán con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas, aplicables al proyecto.

#### **MATERIA NORMATIVIDAD ASEA.**

**NORMA Oficial Mexicana NOM-005-ASEA-2016. Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de noviembre de 2016.**

##### **1. Objetivo.**

El Objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana es establecer las especificaciones, parámetros y requisitos técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa, y Protección Ambiental que se deben cumplir en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas.

La Estación de Servicio cumplirá con las especificaciones de la Norma, ya que está basado en las especificaciones técnicas establecidas en dicha norma, así como por los usos de suelo autorizados por las autoridades municipales.

En esta norma, en el inciso **6 Construcción**, sub-inciso **6.1.3. Distancias de seguridad a elementos externos**, se menciona lo siguiente:

Señala la separación que debe haber entre elementos de restricción y el predio de la Estación de Servicio o las instalaciones donde se ubique la Estación de Servicio. En cuanto a las restricciones se observará según se indica:

- a. El área de despacho de combustibles se debe ubicar a una distancia de 15.0 metros medidos a partir del eje vertical del dispensario con respecto a los lugares de concentración pública, así como del Sistema de Transporte Colectivo o cualquier otro sistema de transporte electrificado en cualquier parte del territorio nacional.**

**Acciones de cumplimiento.**

En un radio de 15 metros a la redonda del eje vertical de los dispensarios no se encuentran lugares de reunión pública; solamente se observarán las instalaciones de la futura Estación de Servicio y circulación interior, por lo que se cumple con la distancia de seguridad de 15 metros con respecto a este elemento de restricción.

- b. Ubicar el predio a una distancia de 100.0 m con respecto a Plantas de Almacenamiento y Distribución de Gas Licuado de Petróleo, tomar como referencia la tangente del tanque de almacenamiento más cercano localizado dentro de la planta de gas, al límite del predio propuesto para la Estación de Servicio.**

**Acciones de cumplimiento.**

En la zona del proyecto no se ubican plantas de almacenamiento de gas L.P.; por lo que se cumple con la distancia de seguridad de 100 metros con respecto a este elemento de restricción.

- c. Ubicar los tanques de almacenamiento de la Estación de Servicio a una distancia de 30.0m con respecto a antenas de radiodifusión o radiocomunicación, antenas repetidoras, líneas de alta tensión, vías férreas y ductos que transportan productos derivados del Petróleo; dicha distancia se debe medir tomando como referencia la tangente de tanque de almacenamiento más cercano de la Estación de Servicio a las proyecciones verticales de los elementos de restricción señalados.**

**Acciones de cumplimiento.**

En la zona donde se ubica el proyecto no se observan antenas de radiodifusión o radiocomunicación, antenas repetidoras, vías férreas ni ductos de transporte de derivados del petróleo; sin embargo, a más de 3 metros al oeste de la tangente de los tanques de almacenamiento se encuentra una línea de transmisión de la CFE y a 1,600 metros al noroeste se observa una antena de celular; por lo que se cumple con la distancia de seguridad de 30 metros con respecto a estos elementos de restricción.

- d. Ubicar los tanques de almacenamiento de la Estación de Servicio a una distancia de 30.0 m con respecto a Instalaciones de Estaciones de Servicio de Carburación de Gas Licuado de Petróleo, tomar como referencia la tangente de los tanques de almacenamiento de la Estación de Servicio.**

**Acciones de cumplimiento.**

En la zona del proyecto no se observan estaciones de carburación; por lo que se cumple con la distancia de seguridad de 30 metros con respecto a este elemento de restricción.

- e. Si por algún motivo se requiere la construcción de accesos y salidas sobre ductos de transporte o distribución de Hidrocarburos, se adjuntará la descripción de los trabajos de protección para éstos, los cuales deben estar acordes con la Normativa aplicable y las mejores prácticas nacionales e internacionales.**

**Acciones de cumplimiento.**

N.A. No existen ductos en la zona.

**f. Las Estaciones de Servicio que se encuentren al margen de carreteras se ubicarán fuera del derecho de vía de las autopistas o carreteras. Los carriles de aceleración y desaceleración deben ser los únicos elementos que pueden estar dentro del derecho de vía.**

**Acciones de cumplimiento.**

Las instalaciones del proyecto se ubicarán fuera del derecho de vía de la carretera federal y solamente los carriles de aceleración y desaceleración serán los elementos que se ubicarán dentro de ella.

**g. Las Estaciones de Servicio que se construyen al margen de carreteras requieren construir carriles para facilitar el acceso y salida segura.**

**Acciones de cumplimiento.**

La Estación de Servicio contarán con carriles para facilitar el acceso y salida segura de sus instalaciones.

**h. Considerar la superficie y frente mínimo necesarios de la Estación de Servicio de acuerdo al ANEXO 5. y la tabla siguiente.**

Superficie mínima (m <sup>2</sup> )	Frente principal mínimo (m lineal)
400	20

La fracción del predio que se utilizará para el proyecto tiene una superficie de 2,550m<sup>2</sup> y su frente principal mide 50.00m, por lo que se cumple con esta restricción.

**MATERIA DE RESIDUOS.**

**NOM-052-SEMARNAT-2005, QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS, EL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LOS LISTADOS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 23 DE JUNIO DE 2006.**

**1. Introducción**

Los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que es necesario determinar los criterios, procedimientos, características y listados que los identifiquen.

Los avances científicos y tecnológicos y la experiencia internacional sobre la caracterización de los residuos peligrosos han permitido definir como constituyentes tóxicos ambientales, agudos y crónicos a aquellas sustancias químicas que son capaces de producir efectos adversos a la salud o al ambiente.

**2. Objetivo**

Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

**Acciones de cumplimiento.**

De acuerdo a esta norma en la Estación de Servicio y Locales Comercial se generarán residuos peligrosos como aceites gastados, por el cambio de aceite a vehículos de los clientes; sólidos impregnados con residuos de hidrocarburos por la limpieza de derrames; botes vacíos que

contenían aceites, filtro de aceites y aguas con residuos de hidrocarburos provenientes de la zona de despacho y descarga de autotanques.

Se contará con drenaje de aguas aceitosas con trampa de combustible y almacén temporal para los residuos peligrosos que se generen por el mantenimiento y operación de las instalaciones, cumpliendo con las especificaciones de la norma y se contará con un programa para el manejo y disposición adecuada de los residuos peligrosos.

Se contratará a una empresa autorizada por la SEMARNAT para el servicio de recolección y transporte de residuos peligrosos.

**NOM-054-SEMARNAT-1993, QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA INCOMPATIBILIDAD ENTRE DOS O MÁS RESIDUOS CONSIDERADOS COMO PELIGROSOS POR LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-ECOL-1993 (ACTUALMENTE NOM-052-SEMARNAT-2005) PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 22 DE OCTUBRE DE 1993.**

**Introducción.**

Que uno de los mayores riesgos que se derivan del manejo de residuos peligrosos, es el que resulta de mezclar dos o más que por sus características físico-químicas son incompatibles, por lo que es necesario establecer el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.

**1. OBJETO**

Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993.

**Acciones de cumplimiento.**

**5. PROCEDIMIENTO**

5.1 Para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, se deberá seguir el siguiente procedimiento:

5.1.1 Se identificarán los residuos peligrosos dentro de alguno de los grupos reactivos que se presentan en el anexo 1 de esta norma oficial mexicana.

***De acuerdo al anexo 1 en la Estación de Servicio se generarán residuos peligrosos dentro del Grupo 101 Materiales combustibles e inflamables diversos.***

5.1.2 Hecha la identificación anterior, con base en la tabla "B" de incompatibilidad que se presenta en el anexo 2 de la presente norma oficial mexicana, se intersectarán los grupos a los que pertenezcan los residuos.

***De acuerdo a la Tabla B del Anexo 2 se intersecto el grupo 101 con los grupos 1,2, 20, 24 y 30.***

5.1.3 Si como resultado de las intersecciones efectuadas, se obtiene alguna de las reacciones previstas en el código de reactividad que se presenta en el anexo 3 de esta norma oficial mexicana, se considerará que los residuos son incompatibles.

***Del resultado de las intersecciones efectuadas se obtiene que los residuos peligrosos que se generarán en el inmueble, son incompatibles con Ácidos minerales no oxidantes, Ácidos minerales oxidantes, Mercaptanos, Metales y compuestos de metales tóxicos, Peróxidos e hidroperóxidos orgánicos. LOS CUALES NO SE GENERARÁN EN EL PROYECTO.***

**REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL JUEVES 30 DE NOVIEMBRE DE 2006.**

**Artículo 1.-** El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Artículo 82.-** Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

Artículo 83.- El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:

- I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;
- II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y
- III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.

Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

#### **Acciones de cumplimiento.**

Se construirá un almacén temporal de residuos peligrosos para lo cual se utilizarán materiales no inflamables como block, cemento y castillos de acero, se dejarán ventanas para la ventilación natural del almacén. Estará separada de las áreas de servicios, oficinas y almacenamiento, contará con dique de contención y el piso será de concreto armado impermeable con pendiente hacia la rejilla de drenaje de aguas aceitosas y conexión a la trampa de combustible. Tendrá fácil acceso, extintores, señalamientos, letreros alusivos a la peligrosidad y botes con tapa bien identificados, para dar cumplimiento a los artículos 82 y 83 y para cumplir con el artículo 84, se contratará a una empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección de los residuos peligroso en un plazo no mayor de seis meses.

Los residuos peligrosos estarán clasificados en sólidos y líquidos, cumpliendo con las especificaciones de la normatividad y se contará con un programa para el manejo y disposición adecuada de los residuos peligrosos.

#### **EMISIONES A LA ATMÓSFERA.**

**NOM-041-SEMARNAT-2015, 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 PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL MIÉRCOLES 10 DE JUNIO DE 2015.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

#### **Acciones de cumplimiento.**

Los vehículos automotores y maquinaria pesada que se utilizarán en la preparación del sitio y durante la construcción generarán emisiones de gases a la atmósfera a través de sus escapes, estas emisiones cumplirán con los valores máximos de los parámetros que dicta esta NORMA. Para lo cual se les proporcionará mantenimiento con empresas especializadas, las cuales estarán a cargo de la empresa encargada de la construcción del proyecto.

Los vehículos automotores que concurran al inmueble para surtirse de combustible, así como los autotanques que suministrarán combustible, generarán emisiones a la atmósfera en cantidades menores a las que dictan los parámetros de la norma.

**NOM-045-SEMARNAT-2017, PROTECCIÓN AMBIENTAL.- VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN QUE USAN DIÉSEL COMO COMBUSTIBLE.- LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD, PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN. PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL JUEVES 8 DE MARZO DE 2018.**

La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición.

Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, Centros de Verificación Vehicular, Unidades de Verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

**Acciones de cumplimiento.**

La maquinaria que se utilizará en la preparación del sitio y construcción del proyecto generará emisiones a la atmósfera y para asegurar que los vehículos mantengan los niveles de opacidad del humo dentro de los parámetros de la norma se les proporcionará mantenimiento que estará a cargo de la empresa encargada de construir el inmueble.

**AGUAS RESIDUALES.**

**NOM-001-SEMARNAT-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 6 DE ENERO DE 1997.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

**Acciones de cumplimiento.**

En la Estación de Servicio se contará con tres sistemas de drenaje independientes; aguas residuales (servicios sanitarios), aguas pluviales y aguas aceitosas. Con esto se evitará la contaminación del subsuelo.

Las aguas producto de los servicios sanitarios, se enviarán a una fosa ciega, de la cual serán retirados periódicamente por una empresa autorizada por el H. Ayuntamiento de Tulum, para su disposición final.

Las aguas aceitosas se enviarán a la trampa de combustibles y posteriormente se recolectarán para su disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT.

Las aguas pluviales se recolectarán de manera independiente y serán enviadas al manto freático mediante pozos pluviales de esta manera se previene la contaminación del acuífero.

### **FLORA Y FAUNA.**

**NOM-059-SEMARNAT-2010, PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 30 DE DICIEMBRE DE 2010.**

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

#### **Acciones de cumplimiento.**

Para el cumplimiento de esta norma se realizaron visitas de campo al sitio del proyecto para conocer los ejemplares de flora y de fauna existentes, obteniéndose que en el predio se observaron ejemplares de las especies *Tabebuia chrysantha*, *Pseudophoenix sargentii*, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readi* y *Beaucarnea plabilis*, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los ejemplares que puedan ser afectados serán reubicados hacia las zonas consideradas para áreas verdes. No se observaron ejemplares de fauna catalogados en la norma.

### **EMISIÓN DE RUIDO.**

**NOM-080-SEMARNAT-1994, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS Y TRICICLOS MOTORIZADOS EN CIRCULACIÓN Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DEL 13 DE ENERO DE 1995.**

#### **Acciones de cumplimiento.**

La empresa encargada de la construcción del proyecto contará con un programa de mantenimiento para asegurar que los vehículos que utilizarán mantengan los niveles de ruido dentro de los parámetros de la norma.

**PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.**

De acuerdo al SIGIEA, el predio del proyecto se encuentra dentro de la **Unidad Ambiental Biofísica 62**. Karst de Yucatán y Quintana Roo del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, publicado el Viernes 7 de septiembre de 2012 en el DOF.

A continuación se presenta la información que proporciona el SIGIEA.

Región Ecológica	Unidad Biofísica Ambiental (UAB)	Nombre de la UAB	Clave de la política	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Población 2010
17.33	62	Karst de Yucatán y Quintana Roo	17	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable	Alta	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería	Pueblos Indígenas	2,982,494
17.33	62	Karst de Yucatán y Quintana Roo	17	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable	Alta	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería	Pueblos Indígenas	2,982,494
Región indígena	Corto Plazo 2012	Mediano Plazo 2023	Largo Plazo 2033	Superficie de la Región/UAB (Ha)	Estrategias	Componente	Descripción	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)	
Maya	Inestable	Inestable a crítico	Inestable a crítico	2272556.557	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	PREDIO	Geometría sin nombre	7004.833638	7004.833638	
Maya	Inestable	Inestable a crítico	Inestable a crítico	2272556.557	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	PREDIO	Geometría sin nombre	2500.010255	2500.010255	

Según el ACUERDO por el que se expide, el predio del proyecto se encuentra en la **REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33**, denominada **Unidad Ambiental Biofísica 62**. Karst de Yucatán y Quintana Roo. Se localiza en el Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo. Tiene una superficie de 59,542.35 Km<sup>2</sup>. Población Total: 2,982,494 hab. Población Indígena: Maya.

A continuación se presenta el plano generado por el SIGIEA.

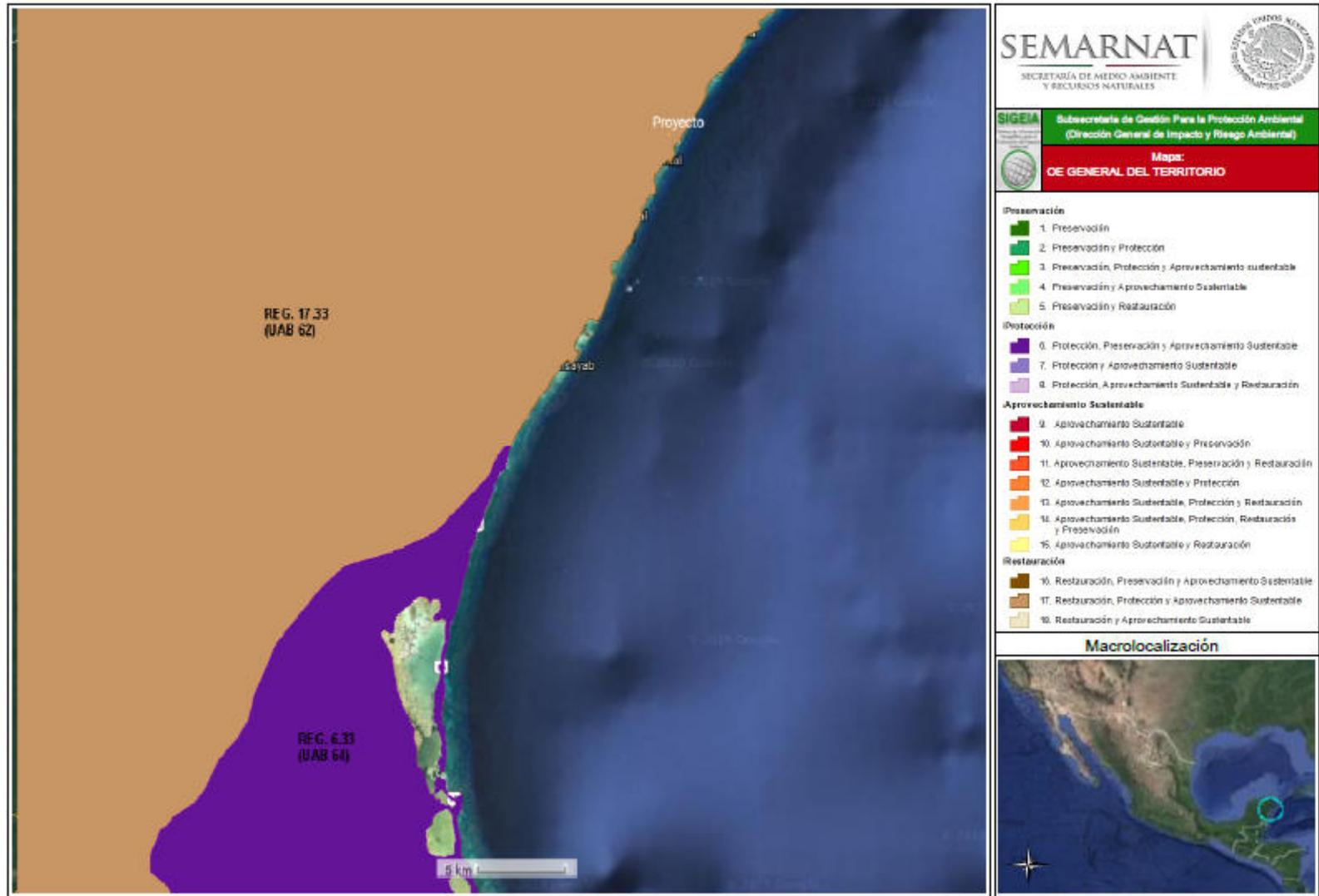


FIGURA 4 Unidad Ambiental Biofísica 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio .

**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/km<sup>2</sup>): 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.

<b>Escenario al 2033:</b>		<b>Inestable a Crítico</b>			
<b>Política Ambiental:</b>		<b>Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable</b>			
<b>Prioridad de Atención:</b>		<b>Alta</b>			
<b>UAB</b>	<b>Rectores del desarrollo</b>	<b>Coadyuvantes del desarrollo</b>	<b>Asociados del desarrollo</b>	<b>Otros sectores de interés</b>	<b>Estrategias sectoriales</b>
<b>62</b>	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

A continuación se presentan las estrategias sectoriales aplicables a la UAB 62.

<b>Estrategias. UAB 62</b>		
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>		
<b>VINCULACIÓN</b>		
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto contará con áreas verdes y en las zonas consideradas para tal fin, se conservarán los ejemplares de flora presentes.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	En el predio se observaron ejemplares de <i>Tabebuia chrysantha</i> , <i>Pseudophoenix sargentii</i> , <i>Thrinax radiata</i> , <i>Coccothrinax readi</i> y <i>Beaucarnea pliabilis</i> , listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los ejemplares que puedan ser afectados serán reubicados en las áreas verdes del proyecto y se dejarán en pie los ejemplares arbóreos que se ubican en dichas zonas.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Se realizará un programa de rescate y monitoreo de los ejemplares arbóreos que se ubican en las zonas consideradas para áreas verdes.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Se mantendrá un 12.66% de la superficie del predio con especies nativas, incorporándolas en las áreas verdes del proyecto

<b>Estrategias. UAB 62</b>		
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>		
		<b>VINCULACIÓN</b>
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No aplica.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No aplica.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	No aplica.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	No aplica; la cuenca hidrológica no está sobreexplotada.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El agua se suministra por medio de pipas en la construcción y durante la operación hasta que se conecte a la red de agua potable de la localidad.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	No aplica.
	12. Protección de los ecosistemas.	Al mantener el 12.66% del predio como área verde con especies nativas se favorece la conservación del ecosistema de selva mediana subperennifolia característico de la zona
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	En el mantenimiento de las áreas verdes solamente se utilizarán agroquímicos autorizados por la CICLOPLAFEST
	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica.
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.	No aplica.

	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No aplica.
	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).	La estación de servicio viene a satisfacer la demanda de combustible por parte de los turistas de carretera, mejorando la infraestructura de servicios en la zona.

<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
		<b>VINCULACIÓN</b>
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.	Con la estación de servicio se establecen las condiciones para estructurar una zona comercial y de servicios a pie de una vía de comunicación.
	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.	No aplica.
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.	No aplica.
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Se dará preferencia en la contratación a mujeres indígenas y de grupos vulnerables.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica.
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica.

	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.	No aplica.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No aplica.

<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>		
		<b>VINCULACIÓN</b>
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No aplica.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica.
	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.	El proyecto cumple con los ordenamientos estatales, federales y municipales.

De acuerdo al análisis realizado, el proyecto de la construcción y operación de la estación de servicio "INMOBILIARIA COSTA CÁLIDA S.A DE C.V. es compatible con los criterios y recomendaciones del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

**PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. (POEMyRGMMyMC)**

El Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial está integrada por dos regiones: una costero-terrestre con 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) en los Estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas; y una región marina que comprende el Mar Patrimonial Mexicano del Golfo de México y Mar Caribe

De acuerdo al SIGEIA, el predio del proyecto se encuentra en la región costera -terrestre del PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. (POEMyRGMMyMC).

La información que proporciona el SIGEIA es la siguiente:

Nombre del Ordenamiento	Tipo	Unidad(es) de Gestión Ambiental (UGA)	UGA/Usos/Ética.	Política	Uso Predominante	Criterios	estado	Número de folio
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	Regional	139					gmmc	
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	Regional	139					gmmc	

Clave de Proyecto	Bitácora	Componente	Descripción	Nombre del proyecto	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
0	0	PREDIO	Geometría sin nombre		7004.833638	7004.833638
0	0	PREDIO	Geometría sin nombre		2500.010255	2500.010255

La figura que genera el SIGEIA es la siguiente:

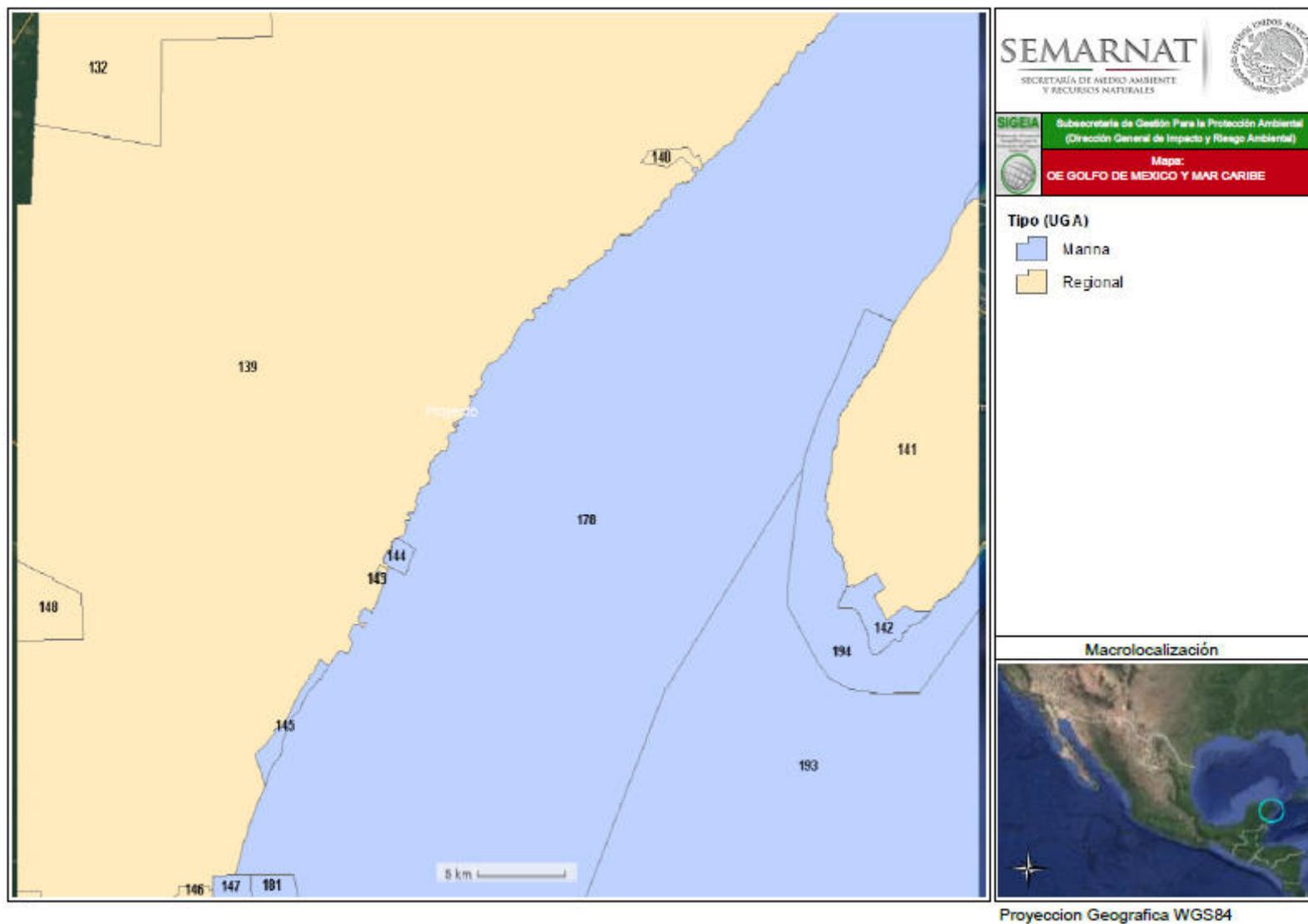


FIGURA 5. Área sujeta al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)

De acuerdo a este ordenamiento, el predio del proyecto se encuentra en la **UGA 139**. Tiene una población de 135,237 Habitantes en una superficie de 327,229 Ha.

<b>Tipo de UGA</b>	Regional
<b>Nombre:</b>	Solidaridad
<b>Municipio:</b>	Solidaridad
<b>Estado:</b>	Quintana Roo
<b>Población:</b>	135,237 habitantes
<b>Superficie:</b>	327,229.174 ha
<b>Subregión:</b>	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
<b>Islas:</b>	
<b>Puerto turístico</b>	Presente
<b>Puerto comercial</b>	Presente
<b>Puerto pesquero</b>	

**Tabla 13. Descripción de la UGA 139 del POEMyRGMyc**

A esta UGA se le aplican las Acciones y Criterios Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones y Criterios Específicos para la misma.

**Acciones y Criterios Específicos para la UGA 139 del POEMyRGMyc**

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	APLICA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA= NO APLICA

**Tabla 14. Acciones y Criterios Específicos para la UGA 139 del POEMyRGMyc**

A continuación, se describe la vinculación del proyecto con los criterios aplicables a esta UGA.

**Tabla de Criterios y Acciones Generales para aplicar en toda el área.**

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G001	Implementar tecnologías/prácticas de manejo para el uso eficiente del agua.	Se contará con llaves e inodoros ahorradores de agua en los baños de la estación de servicio.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos.	No aplica al proyecto
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	No aplica al proyecto
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la NOM-SEMARNAT-059 y las especies de captura comercial.	Se reubicarán los ejemplares de <i>Tabebuia chrysantha</i> , <i>Pseudophoenix sargentii</i> , <i>Thrinax radiata</i> , <i>Coccothrinax readi</i> y <i>Beaucarnea pliabilis</i> que se encuentran listados en la NOM-059-SEMARNAT 2010 y se vigilará que no sea afectado por los trabajos de construcción del proyecto
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No aplica al proyecto
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	No aplica al proyecto
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	No aplica al proyecto
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No aplica al proyecto
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	No aplica al proyecto
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No aplica al proyecto
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	No aplica al proyecto
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica al proyecto
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	En el proyecto se utilizarán especies nativas y se prohibirá el uso de especies invasoras
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No aplica al proyecto
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No aplica al proyecto
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación oriunda de la región.	No aplica al proyecto
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica al proyecto
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO.	No aplica al proyecto

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G019	La actualización de los Planes de Desarrollo Urbano deberá incluir el análisis de riesgo frente a los efectos del cambio climático.	No aplica al proyecto
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No aplica al proyecto
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica al proyecto
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No aplica al proyecto
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Se vigilará que no se introduzcan especies exóticas
G024	Crear nuevos reservorios de CO2 por forestación para incrementar la biomasa del material leñoso (madera).	No aplica al proyecto
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Se utilizarán solamente especies nativas en las áreas verdes del proyecto
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	No aplica al proyecto
G027	Promover e instrumentar el uso de combustibles no de origen fósil.	No aplica al proyecto
G028	Promover e implementar el uso de energías renovables.	No aplica al proyecto
G029	Establecer mecanismos de control para promover un uso más eficiente de combustibles, para reducir el consumo energético.	Se utilizarán luces LED ahorradoras en las instalaciones.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	Se utilizarán luces LED ahorradoras en las instalaciones.
G031	Promover la sustitución de combustibles, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	No aplica al proyecto
G032	Fomentar la generación y uso de energía a partir hidrógeno.	No aplica al proyecto
G033	Impulsar la investigación del recurso energético eólico, solar, mini hidráulica, mareomotriz, geotérmico, dendroenergía y generación y uso de hidrogeno.	No aplica al proyecto
G034	Incrementar la cobertura de electrificación en el ASO.	No aplica al proyecto
G035	Impulsar que los diseños de viviendas y edificaciones reduzcan el consumo de energía (Diseño bioclimático, nuevos materiales, energía solar pasiva).	No aplica al proyecto
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	No aplica al proyecto
G037	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No aplica al proyecto
G038	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica al proyecto
G039	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No aplica al proyecto
G040	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	No aplica al proyecto

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G041	Fomentar la participación de las industrias en el Programa de Auditoría Ambiental.	No aplica al proyecto
G042	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No aplica al proyecto
G043	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	No aplica al proyecto
G044	Establecer mecanismos para mantener actualizada la Carta Nacional Pesquera y el cumplimiento de las cuotas que establece.	No aplica al proyecto
G045	Construir y reforzar las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica al proyecto
G046	Regular la creación, impulso y consolidación de los asentamientos humanos en el ASO.	No aplica al proyecto
G047	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No aplica al proyecto
G048	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No aplica al proyecto
G049	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	La operación de la estación de servicio diversificará las actividades productivas
G050	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Se contará con un Programa de Protección Civil donde se considerarán medidas de actuación en caso de desastres naturales.
G051	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Se participará en el Comité de Protección Civil del Municipio.
G052	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No aplica al proyecto
G053	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos.	Se contará con un plan de manejo de residuos y se concientizará a los usuarios mediante carteles.
G054	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Se contará con plan de manejo de residuos y se concientizará a los usuarios acerca de la importancia de la separación de residuos
G055	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Las aguas residuales serán tratadas en fosas sépticas prefabricadas, las cuales permiten que las aguas previamente tratadas sean infiltradas al manto freático
G056	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento de residuos líquidos específicas para su rubro de actividad.	Se contará con tres sistemas de drenaje; pluvial para las descargas de lluvia mediante pozos de absorción, sanitario para los servicios de la estación por medio de fosa ciega y drenaje aceitoso mediante una trampa API y fosa

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
		ciega.
G057	Se prohíbe la remoción de la vegetación forestal sin previa autorización otorgada por la autoridad competente y conforme a lo previsto en la legislación ambiental vigente u otras disposiciones reglamentarias aplicables.	En conjunto con esta MIA-Particular se entregará un Estudio Técnico Justificativo por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales.
G058	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos, de manejo especial o municipal de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica al proyecto
G059	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplica al proyecto
G060	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación aplicable y los lineamientos de la CICOPALFEST que resulten aplicables.	Los residuos peligrosos se manejarán conforme a las normas oficiales, y solamente se utilizarán pesticidas autorizados por la CICLOPLAFEST.
G061	Las obras y actividades petroleras se podrán llevar a cabo siempre que hayan sido evaluadas y autorizadas en materia de impacto ambiental o exista algún instrumento que regule los impactos derivados de estas.	Con la presentación de esta MIA se obtendrá el resolutivo en materia de impacto ambiental por parte de la ASEA.
G062	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	No aplica al proyecto
G063	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No aplica al proyecto
G064	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No aplica al proyecto
G065	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica al proyecto
G066	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No aplica al proyecto
G067	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	No aplica al proyecto
G068	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva	No aplica al proyecto

De acuerdo al análisis realizado, la construcción y operación de la Estación de Servicio es compatible con los criterios de aplicación general del POEMyRGMMyMC.

Además de los criterios de aplicación general del POEMyRGMMyMC, para la UGA139 se tienen los siguientes criterios de aplicación específica; se presenta su vinculación con el proyecto.

#### **Acciones y Criterios Específicos para la UGA 139 del POEMyRGMMyMC.**

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Solamente se utilizarán agroquímicos y pesticidas autorizados por la CICLOPLAFEST.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Se contratarán empresas especializadas y autorizadas en el manejo de agroquímicos y pesticidas.
A003	Usar preferentemente fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	No aplica al proyecto.
A005	Instrumentar mecanismos y programas para reducir las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.	No aplica al proyecto.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Se tendrá una red de drenaje pluvial independiente para captación de agua de lluvia.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación ó ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	No aplica al proyecto.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	No aplica.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	No aplica.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	No aplica.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	No aplica al proyecto.
A012	Evitar la modificación de las dunas costeras, así como eliminar la vegetación natural y construir sobre ellas	No aplica al proyecto.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No aplica al proyecto.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	No aplica al proyecto.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	No aplica al proyecto.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No aplica al proyecto.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Se contará con el 12.66% del predio como área verde, que será reforestada con especies nativas
A018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies	Se realizará un programa de

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
	bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.	rescate de especies de flora en especial de los ejemplares de <i>Tabebuia chrysantha Pseudophoenix sargentii</i> , <i>Thrinax radiata</i> , <i>Coccothrinax readi</i> y <i>Beaucarnea pliabilis</i> listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran ser afectadas por las obras
A019	Instrumentar programas de remediación de suelos de acuerdo a la LGPGIR, su reglamento y a la NOM-138-SEMARNAT, de ser aplicable, en suelos que sean aptos para conservación o preservación.	No aplica al proyecto.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar la contaminación del aire producida en los periodos de zafra.	No aplica al proyecto.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Se contará con un programa de manejo de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y de tipo doméstico, para prevenir la contaminación de suelo, aire y agua.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica.
A023	Aplicar medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	Se prevendrá la contaminación del suelo y se contará con un programa para atención de accidentes para atender casos de contaminación.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	No aplica al proyecto.
A025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.	No aplica al proyecto.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	No aplica al proyecto.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	No aplica al proyecto.
A028	Evitar la instalación de infraestructura permanente o de ocupación continua entre la playa y el primero o segundo cordón de dunas. Salvo aquellas que correspondan a proyectos prioritarios de beneficio público por parte de PEMEX, CFE y SCT y/o en casos de contingencia meteorológica o desastre natural, minimizando la alteración de esta zona.	No aplica al proyecto.
A029	Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los	No aplica al proyecto.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
	patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por contingencia meteorológica o desastre natural.	
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	No aplica al proyecto.
A031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	No aplica al proyecto.
A032	Evitar la modificación de las características físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No aplica al proyecto.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplica al proyecto.
A037	Fomentar la generación energética por medio de energía solar.	No aplica al proyecto.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No aplica al proyecto.
A039	Reducir el uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	En las áreas verdes del proyecto se utilizará la tierra vegetal, el material composteado y fertilizantes orgánicos para el mejoramiento del suelo.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	No aplica al proyecto.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	No aplica.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	No aplica.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	No aplica al proyecto.
A051	Construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	No aplica al proyecto.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	No aplica al proyecto.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica al proyecto.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No aplica al proyecto.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplica al proyecto.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	No aplica al proyecto.
A057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.	No aplica al proyecto.
A058	Hacer campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No aplica al proyecto.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	La estación de servicio es una obra de equipamiento básico para el desarrollo de actividades productivas.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Se contará con un programa para acción en caso de eventos meteorológicos extraordinarios, como es el caso de los huracanes. Se seguirán las instrucciones de protección civil.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No aplica al proyecto.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	Se contará con un programa de manejo de residuos peligrosos.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No aplica al proyecto.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No aplica al proyecto.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No aplica al proyecto.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	No aplica.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El proyecto contará con drenaje pluvial.
A068	Promover e impulsar el desarrollo e instrumentación de planes de manejo para residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	Se contará con programa integral para el manejo de los residuos que se generen en la estación de servicio.
A069	Establecer planes de manejo que permitan el aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos para evitar su disposición al mar.	Se contratará a empresas autorizadas para la disposición final de los residuos que se generan.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.	No aplica al proyecto.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los	No aplica al proyecto.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
	ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	No aplica al proyecto.
A077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	No aplica al proyecto.

De acuerdo al análisis realizado, el proyecto de construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales en Tulum, Quintana Roo, es compatible con los criterios ecológicos específicos para la UGA 139 del POEMyRGMMyMC.

Programa de ordenamiento ecológico de la región denominada CORREDOR CANCUN -TULUM. El programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región denominada corredor Cancún Tulum se publicó en el periódico oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre de 2001. Este programa define las áreas sujetas a ordenamiento en unidades de gestión ambiental (UGA), a las que les asigna su política y uso de suelo, así como potencial de aprovechamiento de cada zona.

El Proyecto se encuentra dentro de la UGA CN 5-7 cuya política es de conservación.

De acuerdo al SIGEIA, la información de esta UGA es la siguiente:

UGA/Usos/Etc.	Política Ambiental	Uso Predominante	Criterios	estado
	Conservación	Corredor natural		cancuntulumqroo
	Conservación	Corredor natural		cancuntulumqroo

Componente vv	Descripción	Nombre del proyecto	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
PREDIO	Geometría sin nombre		7004.833638	7004.833638
PREDIO	Geometría sin nombre		2500.010255	2500.010255

A continuación, se presenta la imagen generada por el SIGIEA.

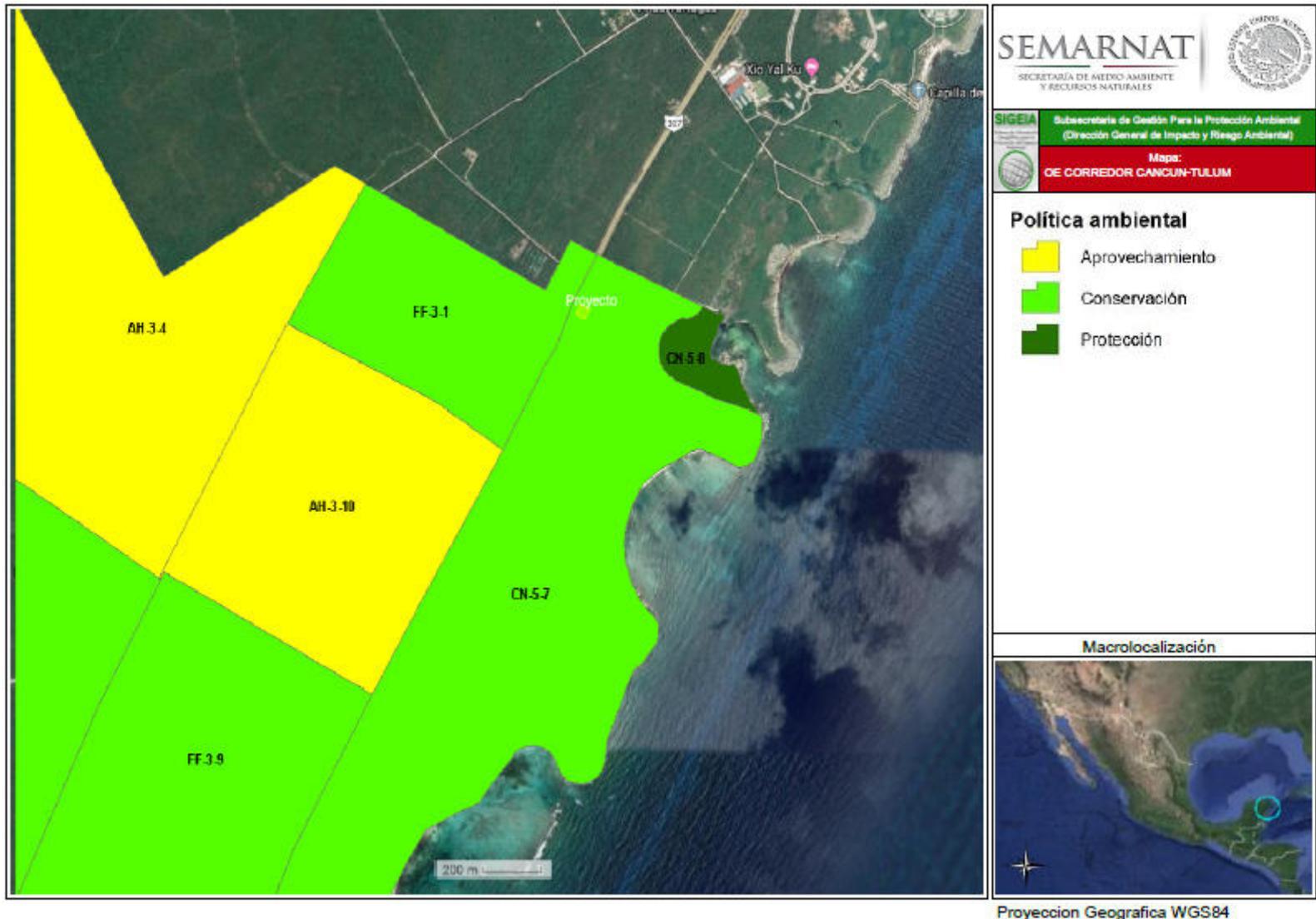


FIGURA 6. Ubicación del predio en las Unidades de gestión ambiental (UGAs) del Programa de ordenamiento de la región denominada Corredor Cancún – Tulum.

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

La delimitación actual que presenta el Municipio de Tulum así como la modificación de los límites del Municipio de Solidaridad fueron oficiales a partir 19 de mayo del 2008 con la publicación de los decretos número 007 y 008 de la XII Legislatura del Congreso del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, respectivamente.

Cabe señalar que los límites señalados en dichos decretos no coinciden con los límites municipales señalados en por el Marco Geoestadístico Nacional del INEGI, sin embargo, se tomaron como límites oficiales los establecidos por el Decreto Núm. 008 antes mencionado.

A continuación se presenta la información del municipio de Tulum generado por el SIGEIA.

Clave Ent. Fed.	Nombre del Municipio	Nombre Ent. Fed.	¿Pertecene a Municipio(s) de la Cruzada contra el hambre?	Entidad Fed./Mun.	Superficie del Municipio (Ha)
23	Tulum	Quintana Roo	No	009	2002865336
23	Tulum	Quintana Roo	No	009	2002865336

Componente vv	Descripción	Nombre del proyecto	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
PREDIO	Geometría sin nombre		7004.833638	7004.833638
PREDIO	Geometría sin nombre		2500.010255	2500.010255

En la figura se presenta el mapa que contiene el límite municipal con una superficie total municipal de 212,825.72 ha (2,128.26 km<sup>2</sup>).

El predio se encuentra en el límite norte del Municipio de Tulum, colindante con el Municipio de Solidaridad.

A continuación, se presenta el plano sitio del proyecto en el municipio de Tulum generado por el SIGEIA.

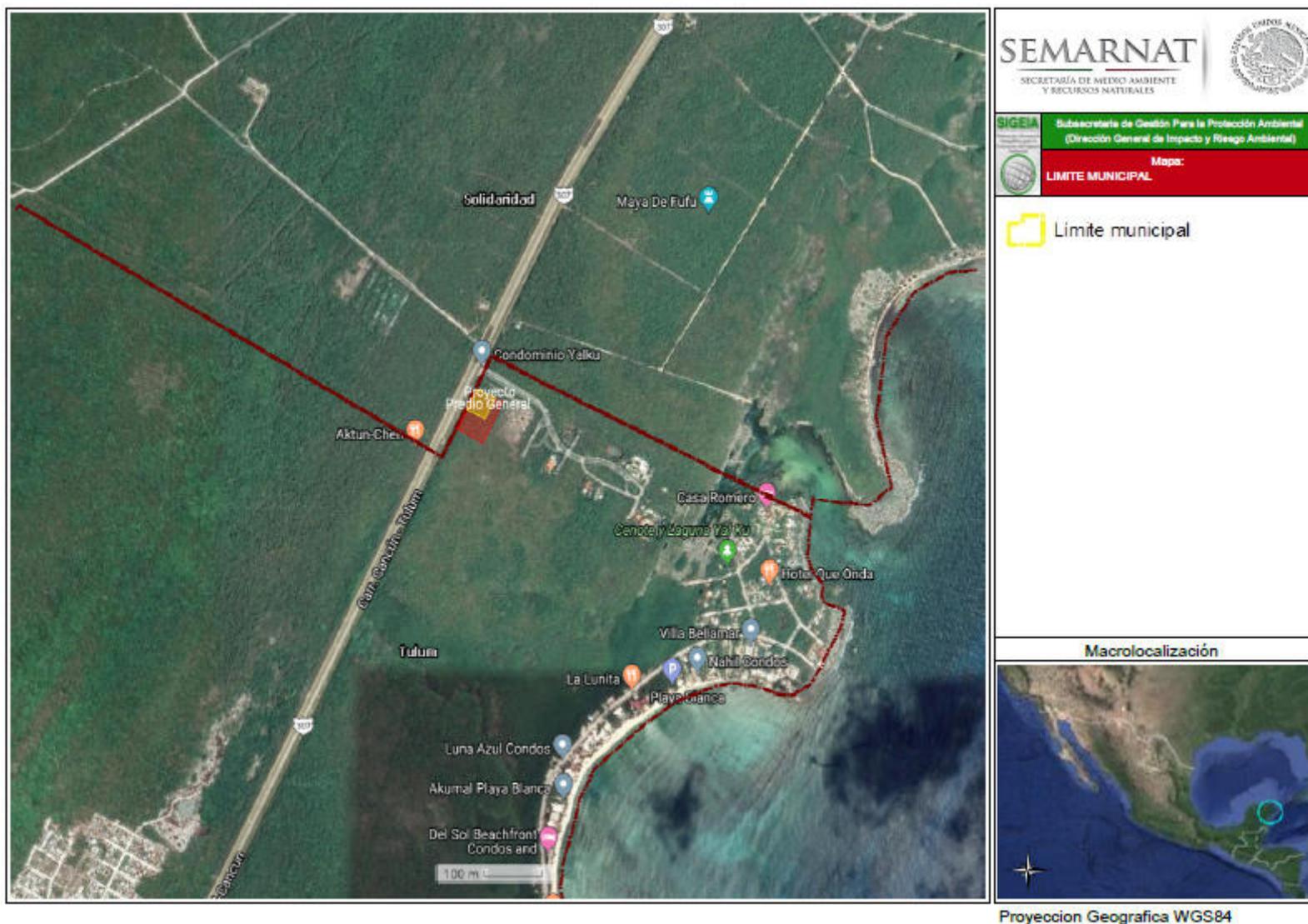


FIGURA 7. Mapa del municipio de Tulum.

**IV.1. Delimitación del área de estudio.**  
**SISTEMA AMBIENTAL MACRO.**

Para delimitar el área de estudio a nivel macro se utilizó la división de las cuencas y microcuencas definidas en el SIGEIA de la SEMARNAT

De acuerdo a este programa, el predio del proyecto se encuentra dentro de la Cuenca Quintana Roo, Subcuenca Mérida 2, Microcuenca Ciudad Chemuyil.

A continuación, se presenta la información de la microcuenca Ciudad Chemuyil, generada por el SIGEIA.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Superficie de la microcuenca (m2)	Número de folio
Quintana Roo	Menda 2	Ciudad Chemuyil	225654955.2	
Quintana Roo	Menda 2	Ciudad Chemuyil	225654955.2	

Componente vv	Descripción	Nombre del proyecto	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
PREDIO	Geometría sin nombre		7004.833638	7004.833638
PREDIO	Geometría sin nombre		2500.010255	2500.010255

A continuación, se presenta el plano generado por el SIGEIA de la microcuenca Ciudad Chemuyil.

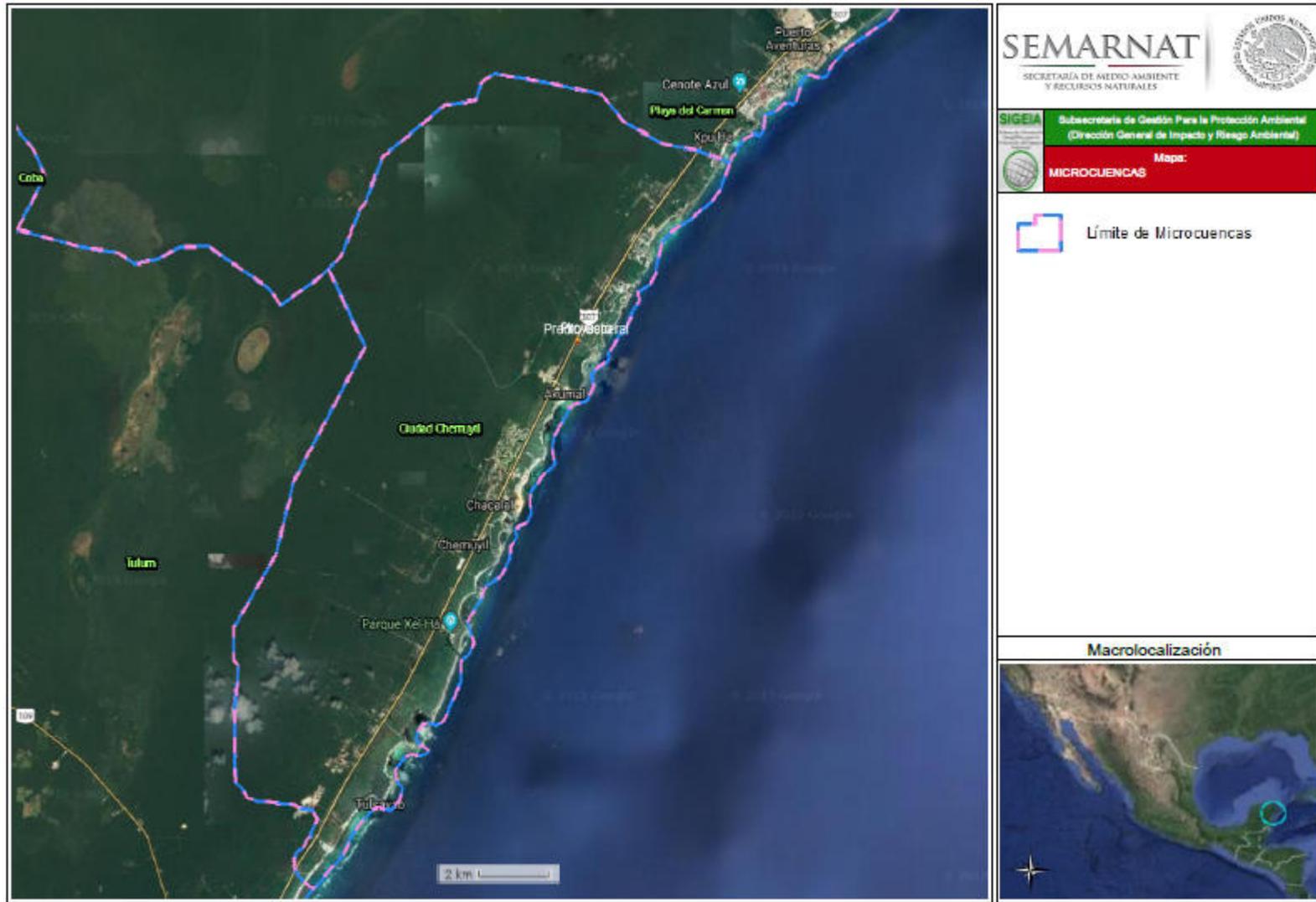


FIGURA 8. Mapa de UGAS del sistema ambiental macro.

Esta microcuenca corre paralela a la carretera Federal, en la parte continental. El predio se encuentra en una fracción de esta microcuenca, que está básicamente cubierta por vegetación de selva mediana subperennifolia, bancos de material, obras de infraestructura como carreteras, líneas de transmisión de energía eléctrica de alta tensión, cableado de fibra óptica, etc.

Para delimitar el sistema ambiental a nivel macro se utilizó esta microcuenca que en total tiene 22,565.49 hectáreas y comprende un polígono irregular que incluye los componentes ambientales y de infraestructura característicos de esta microcuenca.

En cuanto al componente ambiental, se encuentran zonas con cobertura de vegetación de selva mediana subperennifolia, zonas con vegetación arbustiva, zonas con vegetación de matorral, zonas con vegetación degradada y vegetación ruderal en las orillas de los caminos y en los bancos de material.

En este nivel se observan obras de infraestructura, como la carretera Federal 307 Cancún – Tulum, las líneas de transmisión de energía eléctrica de alta tensión. También se observa infraestructura hotelera a lo largo de la línea de costa, bancos de material, brechas, y en la selva se observan tiraderos de basura clandestinos, árboles talados para aprovechamiento de madera y sitios de extracción de tierra y piedra. Todos estos elementos son característicos de la zona donde se encuentra el proyecto.

#### Descripción del sistema.

Se encuentra sobre la parte continental del municipio, es decir, al oeste de la zona costera desde la localidad de Tulum hasta la localidad de Paamul, sobre la Carretera Federal 307 y hacia el oeste, abarca zonas con vegetación de selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación, vegetación secundaria en áreas de mantenimiento y derecho de vía de las obras de infraestructura y vegetación ruderal.

En cuanto a los mayores impactos en la zona, se tiene la infraestructura hotelera y de servicios que se encuentra sobre la línea de costa, la cual ha ocasionado la contaminación de la zona marina aledaña ya que no se cuenta con un sistema para el tratamiento de las descargas que originan dichas actividades.

Otros impactos son por las vías de comunicación, principalmente la Carretera 307, por la cual circula una gran cantidad de vehículos y obras de infraestructura como las líneas de transmisión de energía eléctrica y caminos de acceso al municipio.

#### SISTEMA AMBIENTAL MESO

Para delimitar el área de estudio a nivel meso se utilizó el predio general donde se localiza el predio del proyecto, que está cubierto por el mismo tipo de vegetación que se encuentra en el predio del proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCION PREDIO GENERAL								
LADO EST.-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	115°42'37.50"	70.000	467,522.4955	2,257,227.1833	-0°0'30.876163"	0.999961304	20°24'47.172481" N	87°18'40.865060" W
2-3	207°49'48.08"	100.000	467,585.6085	2,257,196.7950	-0°0'30.110878"	0.999961299	20°24'46.187832" N	87°18'38.485329" W
3-4	295°42'37.50"	70.000	467,538.8913	2,257,108.3002	-0°0'30.658448"	0.999961302	20°24'43.306216" N	87°18'40.091545" W
4-1	27°49'48.08"	100.000	467,475.7782	2,257,138.6888	-0°0'31.421707"	0.999961307	20°24'44.290880" N	87°18'42.271267" W
AREA = 7,000.000 m2								

Tabla 15 Coordenadas UTM del polígono del Sistema ambiental a nivel meso.

Comprende un polígono regular de 100m x 70m con una superficie de 7,000.00m<sup>2</sup>, donde se observa vegetación de selva mediana

**Descripción del sistema.**

Abarca la totalidad de la superficie del predio que es de 0.7 hectáreas. Está limitada al oeste por la Carretera Federal 307 y su respectivo derecho de vía, al este por predio particular, al norte por camino de acceso a la costa y al sur por predio particular.

**SISTEMA AMBIENTAL MICRO**

Para delimitar el sistema ambiental micro se tomó en cuenta la fracción del predio que se utilizará para la construcción del proyecto, el cual actualmente no tiene uso y se encuentra cubierto de vegetación. Cuadro de área del sistema ambiental micro.

LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
9-10	27°49'48.08"	50.001	467,544.2334	2,257,161.2601	-0°6'30.602131"	0.99961302	20°24'45.029332" N	87°18'39.910674" W
10-11	295°42'37.50"	50.034	467,567.5762	2,257,205.4774	-0°6'30.329529"	0.99961300	20°24'46.469162" N	87°18'39.108110" W
11-12	207°49'48.08"	50.000	467,522.4955	2,257,227.1833	-0°6'30.876163"	0.99961304	20°24'47.172481" N	87°18'40.665060" W
12-9	115°42'39.75"	50.034	467,499.1530	2,257,182.9665	-0°6'31.148752"	0.99961305	20°24'45.732666" N	87°18'41.467611" W
AREA = 2,500.000 m <sup>2</sup>								

**Tabla 16. Coordenadas UTM del sistema ambiental micro.**

Se observan obras de infraestructura (carretera, líneas de transmisión de energía eléctrica, zonas de vegetación de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria en el derecho de vía de la línea de transmisión y ruderal a la orilla del camino y la carretera Federal.

Para caracterizar la vegetación del predio se realizaron transectos de inventario de arbolado, de vegetación arbustiva y herbácea y se llevó a cabo un levantamiento florístico y se tomaron fotografías del sitio del proyecto.

Se consultaron bancos de información, así como oficinas de gobierno Federal, Estatal y Municipal y conocer la información existente sobre el sitio.

**IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental.**

De acuerdo al sitio donde se propone el proyecto, así como el tipo de instalación, el sistema ambiental del área no será afectado en gran manera, ya que se ubica a un costado de la carretera federal Puerto Juárez-Tulum donde las características nativas del sistema ambiental están siendo afectadas por la operación de la vía de comunicación.

De acuerdo al SIGEIA el predio del proyecto se encuentra en una **Zona de Asentamientos Humanos (AH)** donde los lineamientos para el desarrollo permiten diversos usos de suelo como comercial, industrial, equipamiento, etc. Se observan vías de comunicación pavimentadas, servicio de energía eléctrica, fibra óptica y telefonía celular.

El predio del proyecto se encuentra cubierto por vegetación de Selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria, derivado de este tipo de vegetación, con especies como *Cordia allidora* (bojom), *Bursera simaruba* (chakah), *Touinia paucidentata* (kanchunub), *Piscidia piscipula* (ja' abin), *Bromelia pinguin* (ts'ablay), *Bunchosia glabra* (sipche), *Oceoclades maculata* (orquídea terrestre), *Anthurium schlehtendalii* (kilbakchak/boob tun), *Ficus cotinifolia* (kopo), *Sabal mexicana* (bon xa'an/huano), *Metopium browneii* (chechem), *Eugenia mayana* (sak'ok'lob che), *Platymiscium yucatanum* (subinche), entre otras que serán eliminadas, parte de los residuos vegetales serán triturados y composteados y el resto se enviará al relleno sanitario y como medida de mitigación se

construirán áreas verdes. En las zonas consideradas para áreas verdes se dejarán en pie los ejemplares arbóreos y palmas que no representen riesgo para las instalaciones.

En el predio se observaron ejemplares de *Tabebuia chrysantha*, *Pseudophoenix sargentii*, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readi* y *Beaucarnea pliabilis* especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran ser afectadas por las obras, estas serán rescatadas y reubicadas hacia las zonas que están contempladas como áreas verdes.

También se observó basura, la cual será enviada al relleno sanitario al realizarse la limpieza del sitio.

En el caso de la fauna esta ha sido ahuyentada por la operación de la carretera federal debido al alto aforo vehicular.

Para el caso de las aves, su facilidad de desplazamiento a sitios menos perturbados favorece su conservación; de igual manera, se instruirá a los trabajadores para que eviten capturarlos.

El continuo desarrollo de las actividades industriales, comerciales y turísticas en la región, motor de la economía del estado, requiere de la utilización de espacios naturales con el objeto de habilitar actividades industriales y comerciales, destinadas a mejorar la competitividad y calidad de los servicios que se ofrecen. Tal es el caso del presente proyecto que dotará de combustible al parque vehicular que transita en el área, proporcionando un servicio de vital importancia y del cual se carece en la zona.

Dentro de esta lógica, las medidas de prevención y mitigación de los impactos que puedan ocasionar al medio la creación de proyectos de desarrollo, se constituyen en la estrategia para asegurar la sustentabilidad de las actividades comerciales y de servicios.

**IV.2.1. Aspectos abióticos.**

**A. Clima.**

**TIPO DE CLIMA.**

De acuerdo al sistema de información geográfica de la SEMARNAT, (SIGEIA), el predio del proyecto se presenta el siguiente tipo de clima.

Temperatura	Precipitación	Clima (Leyenda)	Clave climatológica	Superficie del polígono de clima (Ha)	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.	Cálido	Aw2(x')	219491.99	7004.833638	7004.833638
Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.	Cálido	Aw2(x')	219491.99	2500.010255	2500.010255

El clima predominante se incluye dentro del grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. De acuerdo con la carta de climas escala 1:1,000,000 (INEGI), en el municipio de Solidaridad se ubica dentro del área de influencia de dos unidades climatológicas del Grupo A, del tipo Aw, la primera unidad corresponde al subtipo Aw1(x') que se define como cálido subhúmedo, siendo el que presenta una humedad media dentro de los subhúmedos, con un régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, con una precipitación del mes más seco inferior a 60 mm y una temperatura media anual mayor a 22°C. La segunda unidad climática corresponde al subtipo Aw2(x') que se define como cálido subhúmedo, siendo el que presenta una humedad mayor dentro de los subhúmedos, con un régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, con una precipitación del mes más seco inferior a 60 mm y una temperatura media anual mayor a 22°C.

Los datos meteorológicos de la estación 23163, ubicada en la ciudad de Playa del Carmen, señalan que las temperaturas más bajas se registraron entre los meses de diciembre y enero, mientras que las más altas de mayo a septiembre. La temperatura promedio anual es de 25.8 °C, en tanto que la media mensual oscila de 22.8 °C, en el mes más frío (enero), a 28.0 °C en el mes más cálido (julio y agosto), por lo que la oscilación térmica es de 2.2 °C; además Servicio Meteorológico Nacional reporta que la temperatura máxima registrada para la zona fue de 40°C el 1 de mayo de 2005, en tanto que la temperatura mínima se registró el 13 de marzo de 1998 con 5°C.

A continuación se presenta el clima en el predio del proyecto, de acuerdo a la figura generada por el SIGEIA

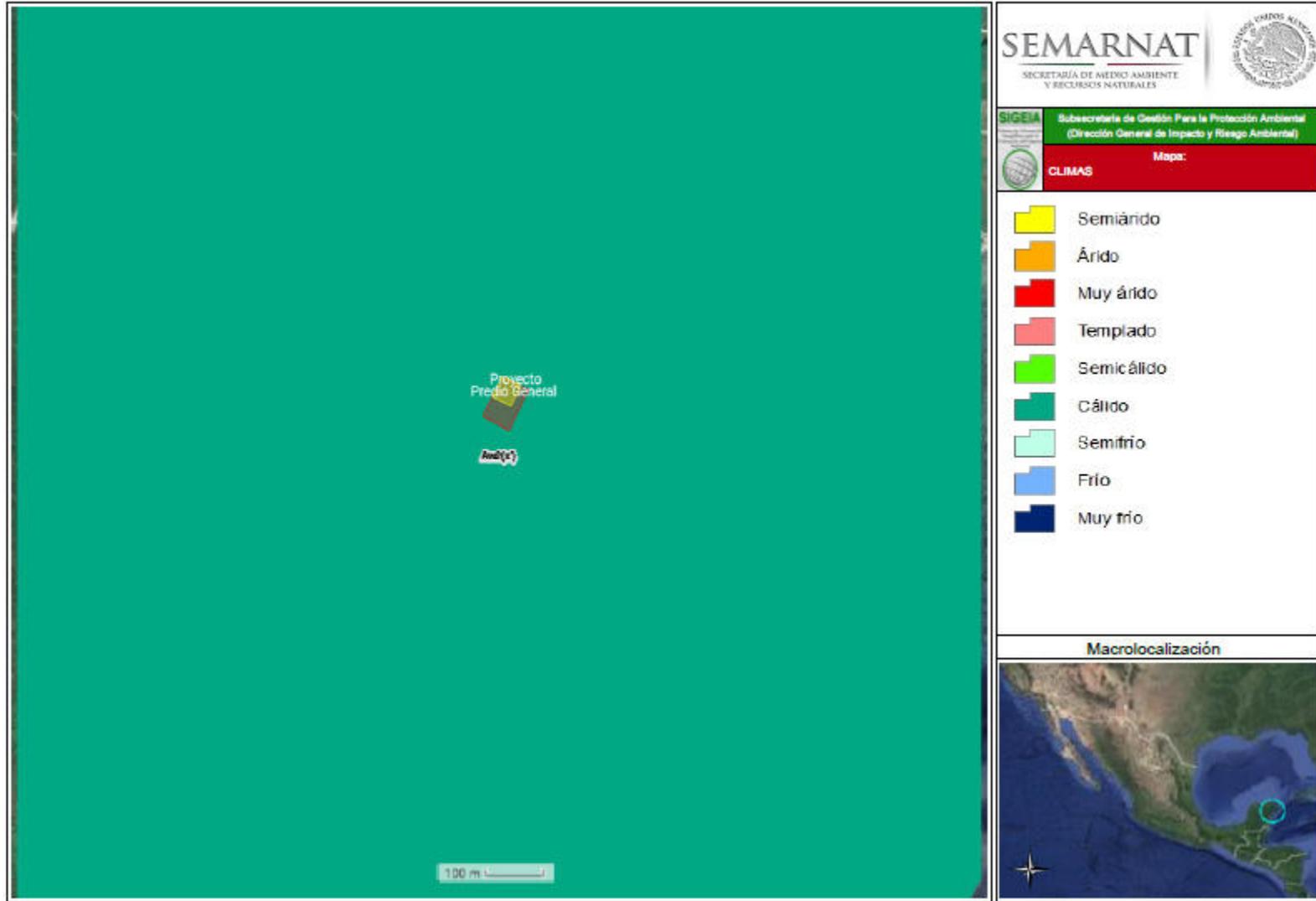
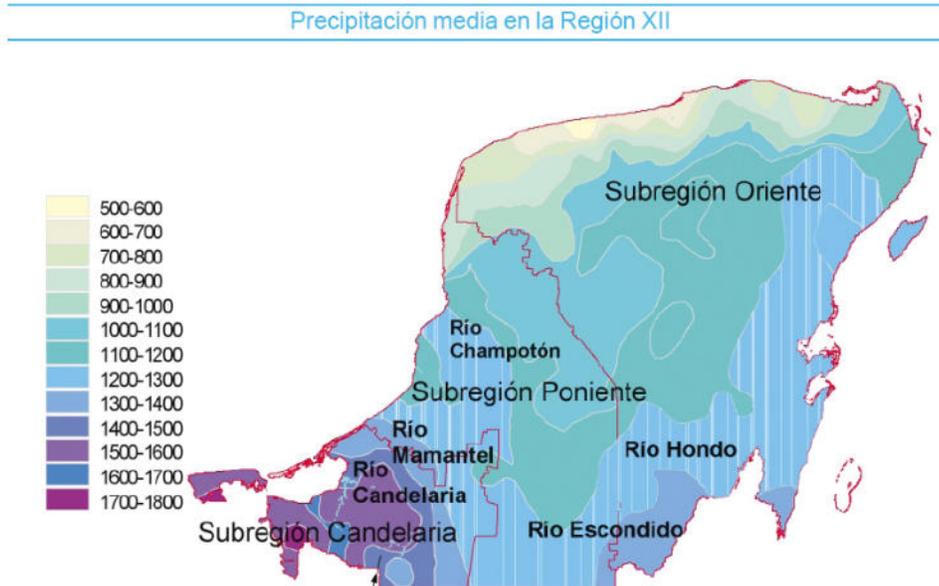


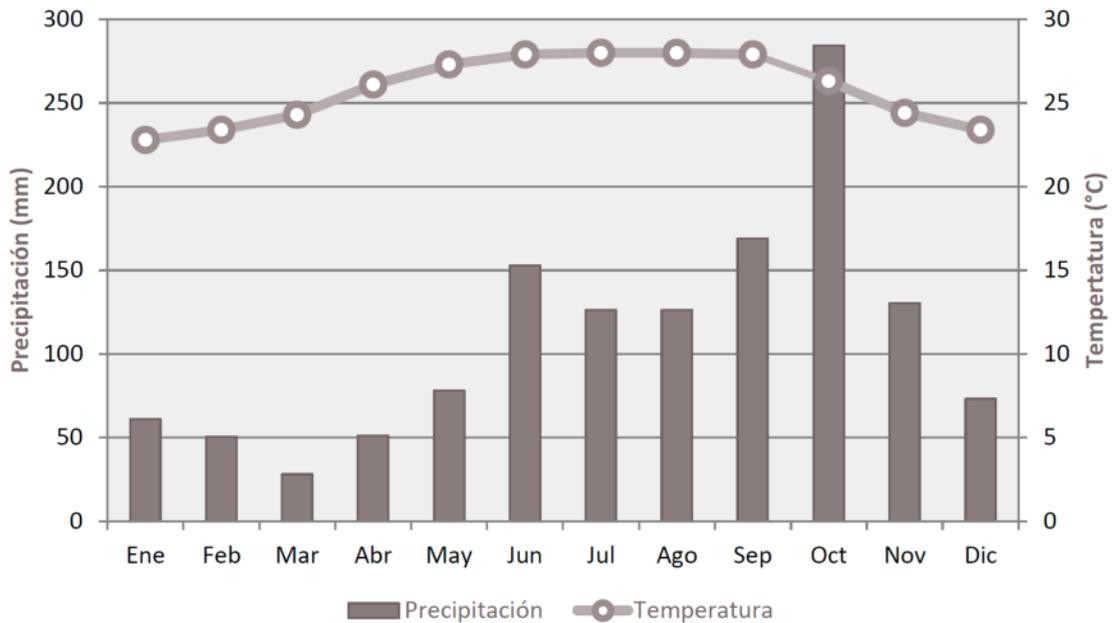
FIGURA 9. Tipos de climas en el predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA.

**PRECIPITACIÓN.**



**FIGURA 10. Precipitación para la Península de Yucatán.**

La precipitación media anual es 1,331.2 mm. En la siguiente figura se presenta el Climograma de la estación 23163, el cual contiene las variables que describen el comportamiento meteorológico de la zona del proyecto.



**FIGURA 11. Diagrama de precipitación y temperatura.**

**Humedad relativa**

La humedad relativa del ambiente es de 80 al 90%.

### Sequia

De acuerdo a la consulta al SIGEIA, el sitio del proyecto presenta condiciones de sequía extrema.

A continuación, se presentan los resultados.

Nombre del municipio en Riesgo a sequía	Entidad Federativa	Sequia	Clave de Entidad/municipio	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
Tulum	Quintana Roo	Muy severa	23009	PREDIO	Geometría sin nombre	7004.833638	7004.833638
Tulum	Quintana Roo	Muy severa	23009	PREDIO	Geometría sin nombre	2500.010255	2500.010255

A continuación, se presenta el plano de sequía generado por el SIGEIA.

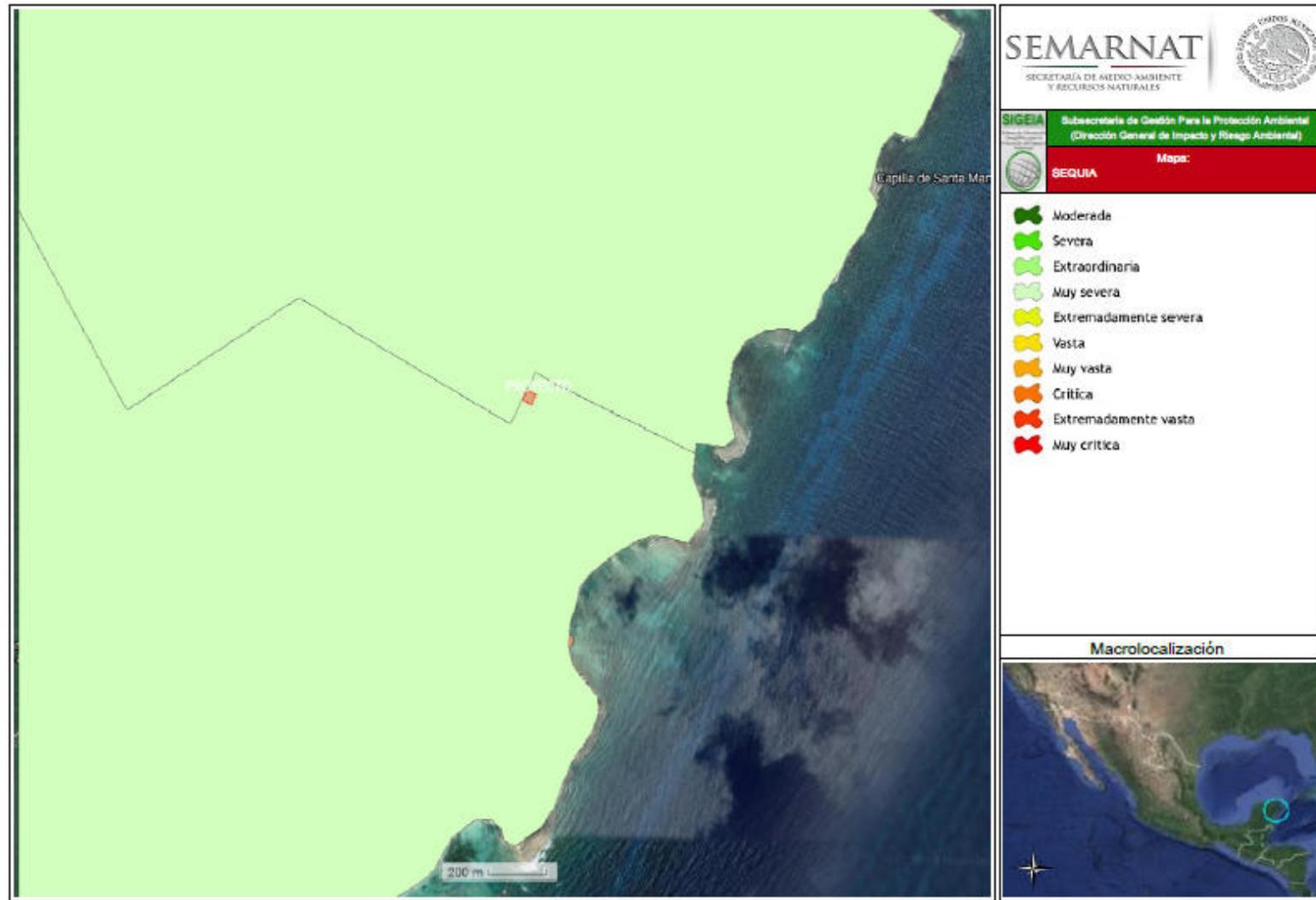


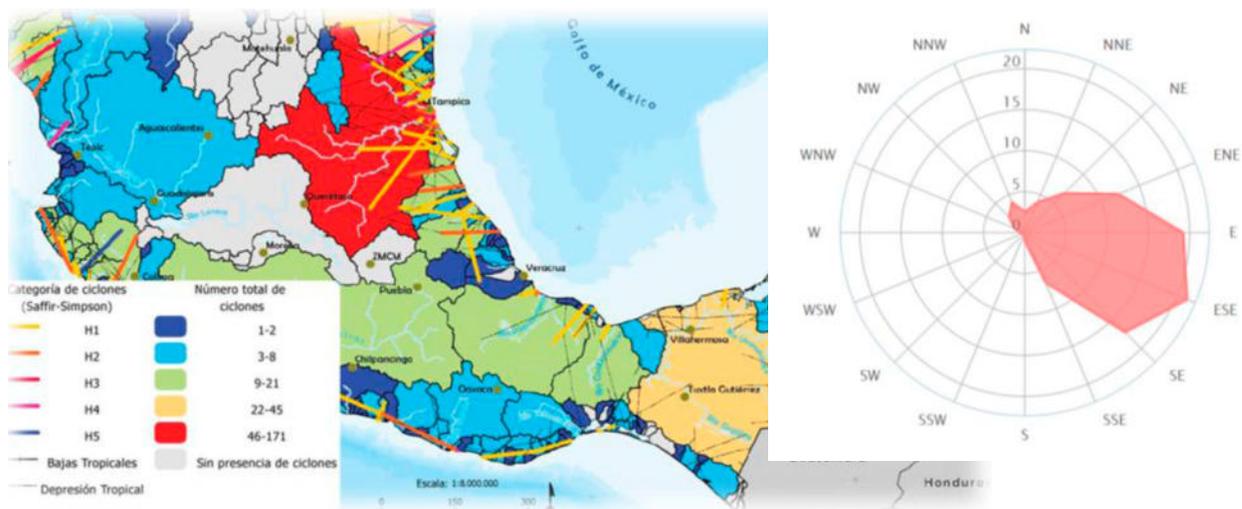
FIGURA 12 Nivel de sequia en el predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA.

## Vientos

Los vientos dominantes se presentan de febrero a julio, provenientes del sureste con velocidades de 10 kilómetros por hora en promedio y hasta 30 kilómetros por hora durante perturbaciones tropicales. Durante los meses de invierno se presentan vientos del norte, los cuales pueden alcanzar velocidades entre 80 a 90 kilómetros por hora lo que hace descender la temperatura considerablemente, provocan lluvias, grandes oleajes y marejadas (Saldaña y Miranda, 2005)16. Asimismo, ha sido determinado que la frecuencia de los vientos provenientes del Este y Noreste domina fuertemente sobre otras direcciones. Sin embargo, los vientos más fuertes provienen del norte y noreste, presentándose principalmente en los meses de octubre y noviembre, a lo cual se le conoce coloquialmente como periodo de nortes. En la siguiente figura se presenta la rosa de los vientos para Noreste del Estado de Quintana Roo, la cual muestra distribución de la dirección del viento a lo largo de todo el año en porcentaje, y donde se manifiesta la influencia de los vientos alisios y de las brisas del sureste.

## Fenómenos climatológicos.

México es uno de los países con mayor incidencia directa o marginal de ciclones tropicales, lo cual es un factor determinante en la cuantificación de riesgos naturales, pues un ciclón tropical es equivalente, en lluvia, a un conjunto de decenas o centenas de tormentas convectivas y tienen una fuerte penetración hacia el interior del continente. Es por ello que la incidencia de ciclones tropicales sobre las cuencas de México determina en forma importante su comportamiento hidrológico, su red de drenaje y su potencial de erosión, entre otros (Rosengaus, 2010). Una de las zonas con la mayor incidencia de ciclones tropicales en la República Mexicana es precisamente el Noreste de la Península de Yucatán, siendo la región que presenta el máximo número de frecuencia de ciclones tropicales extremos (categoría H5). Esto se debe a que muchos de los sistemas tropicales que han incidido sobre Quintana Roo son sistemas que ya han tenido un gran desarrollo en su trayectoria desde las islas de Cabo Verde frente a África (más de 5,000 km).



**FIGURA 13. Trayectorias de fenómenos climatológicos.**

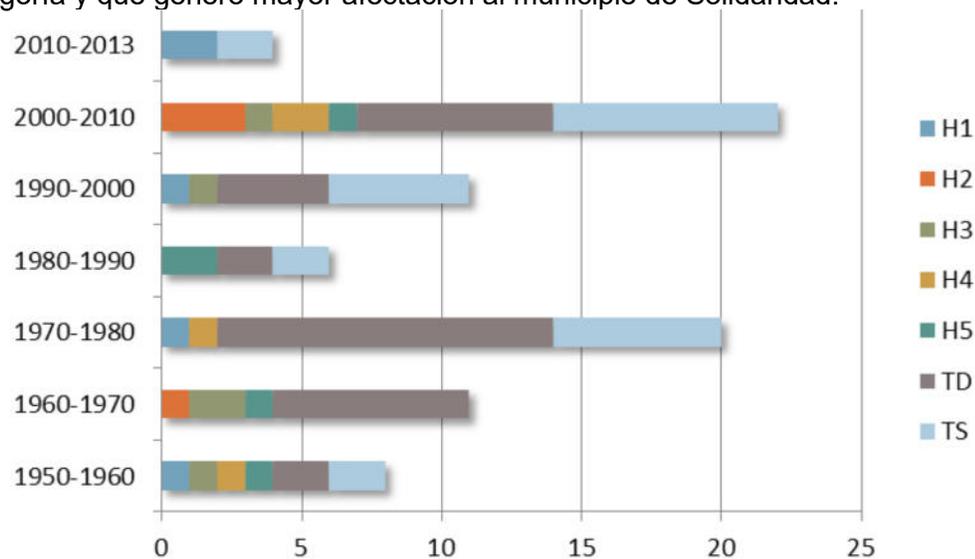
En cuanto a trayectorias se refiere, la Península de Yucatán destaca por el número de trayectorias de huracanes que la cruzan, ya que frecuentemente existe cruce completo de la misma debido al relieve relativamente plano que presenta y por estar casi al nivel del mar.

De acuerdo con datos del National Climatic Data Center (NCDC), y del International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS), el número total de eventos hidrometeorológicos

tuvieron influencia sobre las costas del Estado de Quintana Roo durante el periodo 1950-2013 fueron 82, de los cuales 34 corresponden a depresiones tropicales, 25 a tormentas tropicales y el resto a huracanes en diversas categorías.

Número de eventos	Categoría	Velocidad media del viento (kts=nodos)
34	TD (depresión tropical)	25.6
25	TS (tormenta tropical)	47.6
5	H1	72
4	H2	88.8
5	H3	104
4	H4	123.8
5	H5	152

Del periodo que comprende de 1950 a 2013, la década que más eventos hidrometeorológicos presentó fue la de 2000-2010, registrándose un total de 22, de los cuales 7 fueron depresiones tropicales, 8 tormentas tropicales y 7 huracanes. Siendo el huracán Wilma (2005) el huracán de mayor categoría y que generó mayor afectación al municipio de Solidaridad.



**FIGURA 14. Registro de eventos climatológicos.**

Durante el periodo de tiempo analizado (1950-2013), se presentaron diversos fenómenos hidrometeorológicos que afectaron directa e indirectamente al municipio de Solidaridad, sin embargo, fueron cuatro los huracanes que afectaron de forma considerable el territorio municipal ya que su trayectoria atravesó al mismo. De estos los más sobresalientes, por el grado de daño causado, son el huracán Gilberto de 1988 y el huracán Wilma de 2005.

En conclusión, el municipio de Tulum se encuentra en una región con alta frecuencia de ciclones tropicales, y no sólo el número de ciclones que se presentan es sobresaliente, sino la intensidad con que estos se desarrollan, lo cual vuelve al municipio una zona vulnerable frente a este tipo de eventos meteorológicos. En la siguiente figura se presenta la trayectoria de los eventos hidrometeorológicos que han afectado directa e indirectamente al territorio municipal y los cuatro eventos de mayor intensidad durante el periodo 1950-2013, además en la imagen derecha se puede apreciar la densidad de trayectorias históricas, donde el municipio de Solidaridad presenta junto con Cozumel y Benito Juárez alta densidad de trayectorias históricas de huracanes y por consiguiente mayor frecuencia de los mismos.

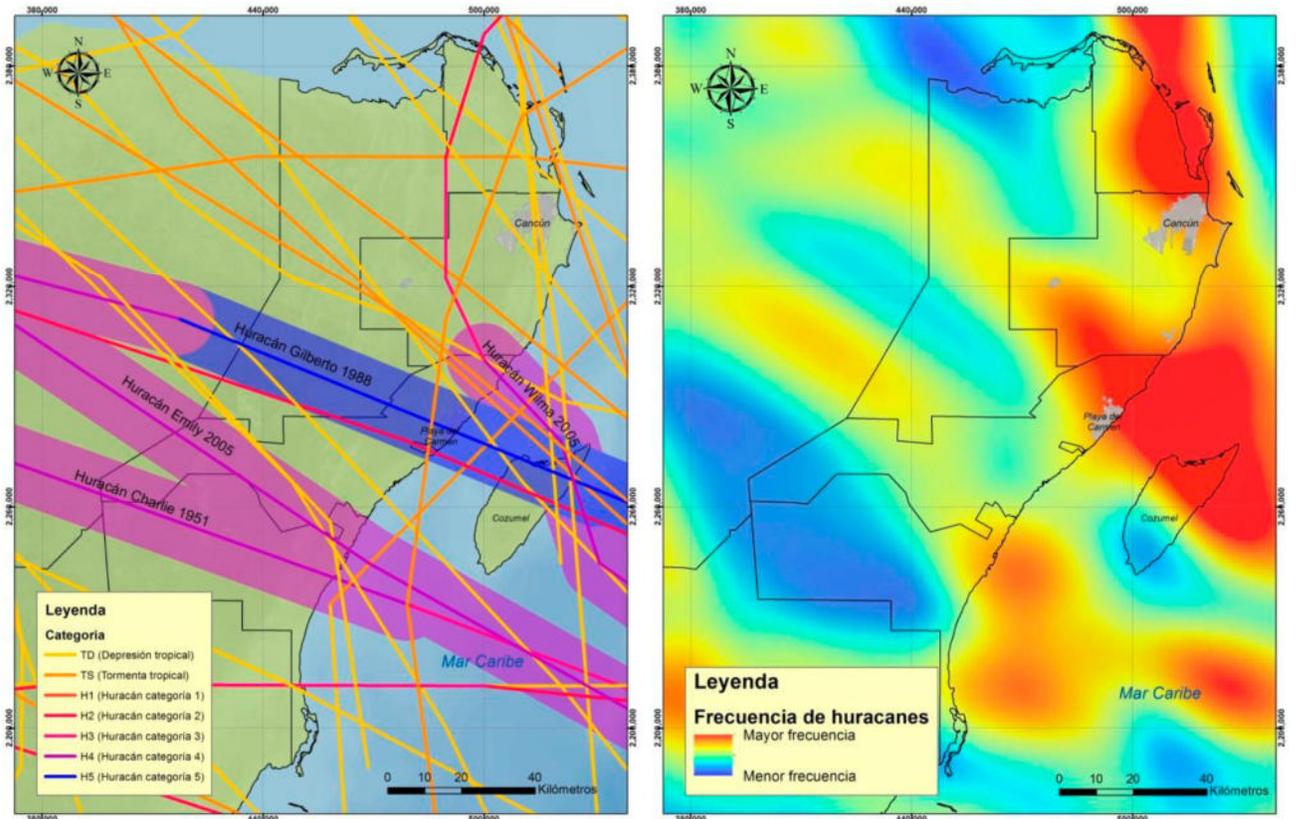


FIGURA 15. Mapa de eventos climatológicos y frecuencias.

### Nortes.

Estos son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 Km/hr, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo.

Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las costas de Quintana Roo. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral.

## B. Geología y geomorfología.

La Península de Yucatán es una plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas de edad Mesozoico Tardío y Cenozoico. La zona está constituida por sedimentos carbonatados marinos pertenecientes al Terciario y Cuaternario, las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yesos. Localmente, estos materiales están constituidos por carbonatos de calcio de edad cuaternaria. Se presentan en forma de arenas finas retrabajadas por la acción del oleaje, parte de ellas son transportadas tierra adentro y dan lugar a la formación de eolianitas. Interdigitados con las eolianitas se encuentran arcillas calcáreas y lodo de manglar que, en conjunto, forman un paquete que se extiende prácticamente a todo lo largo de la costa, con un espesor medio de 10m. Estas rocas y materiales se encuentran descansando sobre calizas karstificadas de la formación Carrillo Puerto del Terciario. Dicha formación se encuentra cubierta por una capa de sedimentos calcáreo-arcillosos, suaves, deleznable, que incluyen fragmentos de conchas y corales, y cuyo origen no ha sido claramente identificado. Este horizonte es característico de toda la Península de Yucatán y sus niveles inferiores corresponden a coquinas de más o menos un metro de espesor, cubiertas por calizas duras. Los niveles superiores están representados por calizas blandas, duras y masivas.

De acuerdo al SIGEIA, en el predio del proyecto se observan las siguientes características geológicas.

Agrupacion Leyenda	Entidades	Era geológica	Clase	Serie	Tipo de roca	Sistema
Caliza	Unidad cronoestratigráfica	Cenozoico	Sedimentaria	Plioceno	Caliza	Terciario
Caliza	Unidad cronoestratigráfica	Cenozoico	Sedimentaria	Plioceno	Caliza	Terciario

Clave geológica	Componente vv	Descripción	Nombre del proyecto	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
Tpl(cz)	PREDIO	Geometría sin nombre		7004.833638	7004.833638
Tpl(cz)	PREDIO	Geometría sin nombre		2500.010255	2500.010255

A continuación se presenta el plano de las características geológicas en el predio del proyecto, generado por el SIGEIA.

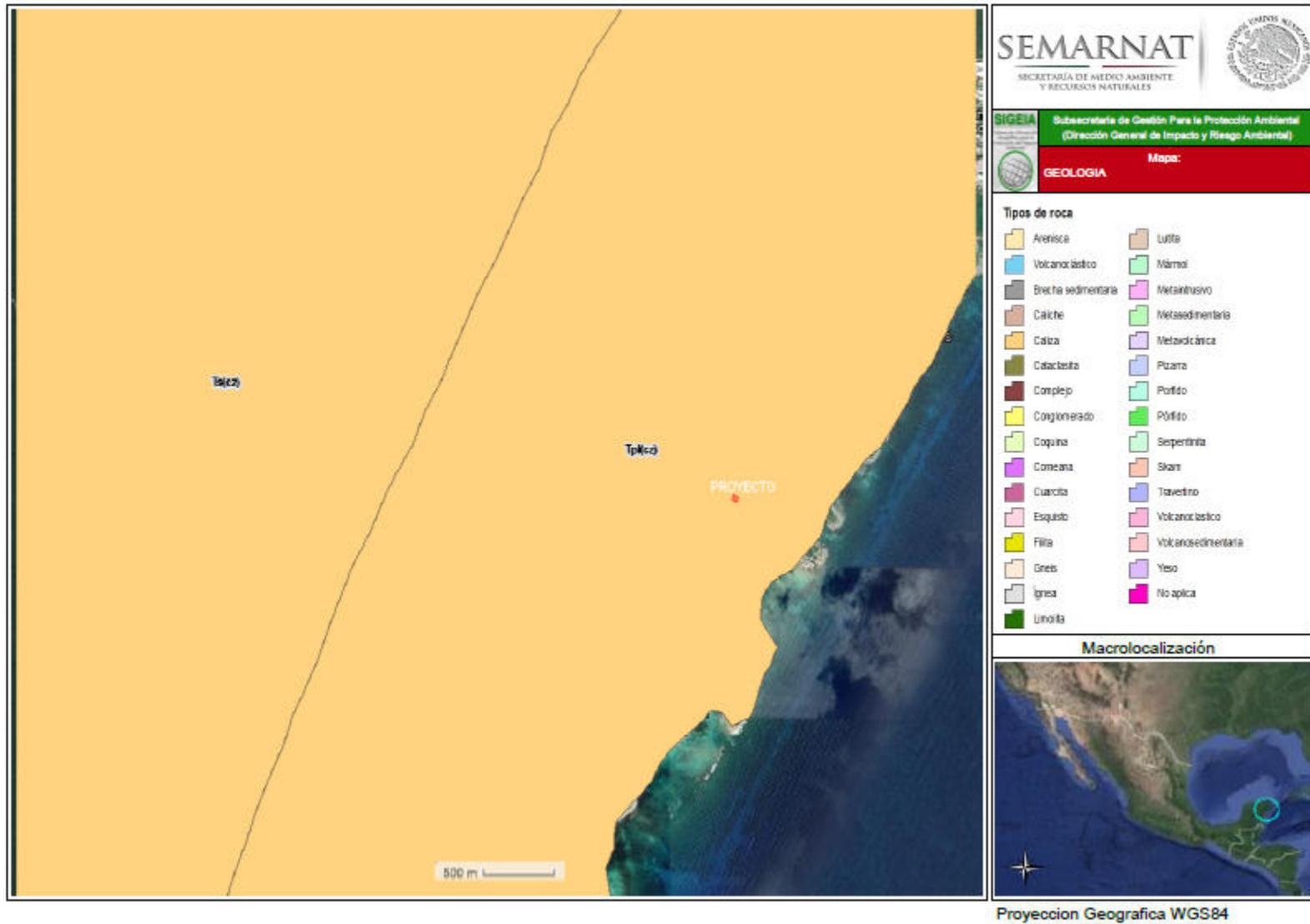


FIGURA 16. Características geológicas en el predio del proyecto, de acuerdo al SIGIEA.

De acuerdo con la cartografía del INEGI, en el municipio de Tulum únicamente se presentan rocas sedimentarias de tipo caliza, las cuales son las rocas constituidas por carbonato de calcio (>80% CaCO<sub>3</sub>), pudiendo estar acompañada de: aragonito, sílice, dolomita, siderita y con frecuencia la presencia de fósiles, por lo que son de gran importancia estratigráfica. Por su contenido orgánico, arreglo mineral y textura existe una gran cantidad de clasificaciones en calizas. Sin embargo, en ninguna se considera la presencia de material clástico. En los casos donde es considerable o relevante la presencia de clásticos se clasifica la caliza y el tamaño de la partícula determina el nombre secundario: caliza arcillosa, caliza arenosa y caliza conglomerada (INEGI, 2005).

El material geológico presente en el área de estudio es de periodos o sistemas diferentes, manifestándose amplias zonas en donde se distribuyen rocas calizas del Plioceno "Tpl(cz)" y rocas calizas del Neógeno "Ts(cz)", y aunque no se manifiestan rocas calizas del periodo cuaternario "Q(cz)", si se tiene la presencia de sustratos de dicho periodo, los cuales se encuentran en forma de depósitos sedimentarios en etapa de pedogénesis en los que únicamente se manifiesta una acumulación de material granular suelto como producto de los procesos de erosión e intemperismo, a los cuales se les denomina en función de los lugares en que se depositan, de tal forma que estos son: suelos de tipo lacustre (la) y suelo de tipo litoral (li).

Suelo lacustre. Es un suelo integrado por depósitos recientes que ocurre en lagos. Generalmente está formado por arcillas y sales.

Suelo litoral. Está formado por materiales sueltos que se acumulan en zonas costeras por la acción de las olas y las corrientes marinas (arenas de playa).

Por otra parte, prácticamente toda la formación Felipe Carrillo Puerto, en la que se encuentra el municipio de Tulum, presenta rocas que mantienen una alta permeabilidad y porosidad, aunque sean secundarias, ya que se encuentran muy fracturadas y contienen abundantes oquedades de disolución (García y Graniel. Op. Cit.) lo cual también puede ser apreciado en la figura anterior, donde, además de los tipos de rocas, son señaladas las fallas y fracturas determinadas en el conjunto de datos vectoriales de la carta geológica del INEGI y las inferidas en la carta geológico minera del Servicio Geológico Mexicano (SGM).

## **GEOMORFOLOGÍA**

La Península de Yucatán está caracterizada por constituir una extensa planicie que se eleva a alturas menores de 30 metros sobre el nivel medio del mar, donde destaca la topografía kárstica y la ausencia de corrientes superficiales (Lesser y Espinosa 1979), rasgos geomorfológicos que se encuentran presentes en el municipio de Solidaridad.

De acuerdo con Bautista et al., (2005), el municipio de Tulum se encuentra en el sistema denominado Carso-tectónico, cuyo relieve se debe a la actividad de la disolución por aguas subsuperficiales y subterráneas de rocas solubles como la caliza, dolomita, yeso y sal. Este sistema es el más representativo de la Península de Yucatán y es posible diferenciar dos grandes subregiones en el mismo, una al norte y otra al sur, siendo la subregión norte en la cual se encuentra el municipio de Solidaridad, y en la que predominan superficies niveladas durante el Cuaternario (Lugo et al., 1992) resultado de transgresiones y regresiones desde el Pleistoceno por lo cual el relieve cárstico es reciente, predominando planicies estructurales denudativas y de disolución.

En algunas regiones del sistema Carso-tectónico las rocas calcáreas se encuentran afectadas por una serie de fallas de tipo normal y orientación NNE que han provocado la existencia de horst y gravens, los cuales solamente en ciertos lugares se manifiestan hacia la superficie y en diferentes dimensiones (Lesser y Weidie 1988). Esta serie de fallas originan depresiones alargadas con

desplazamientos en la superficie y se manifiestan en escalones de alrededor de 5-10 metros, que han favorecido la formación de zonas de inundación por la escasa elevación del terreno, donde en ocasiones el nivel estático llega a aflorar dando origen a zonas pantanosas o lagunas.

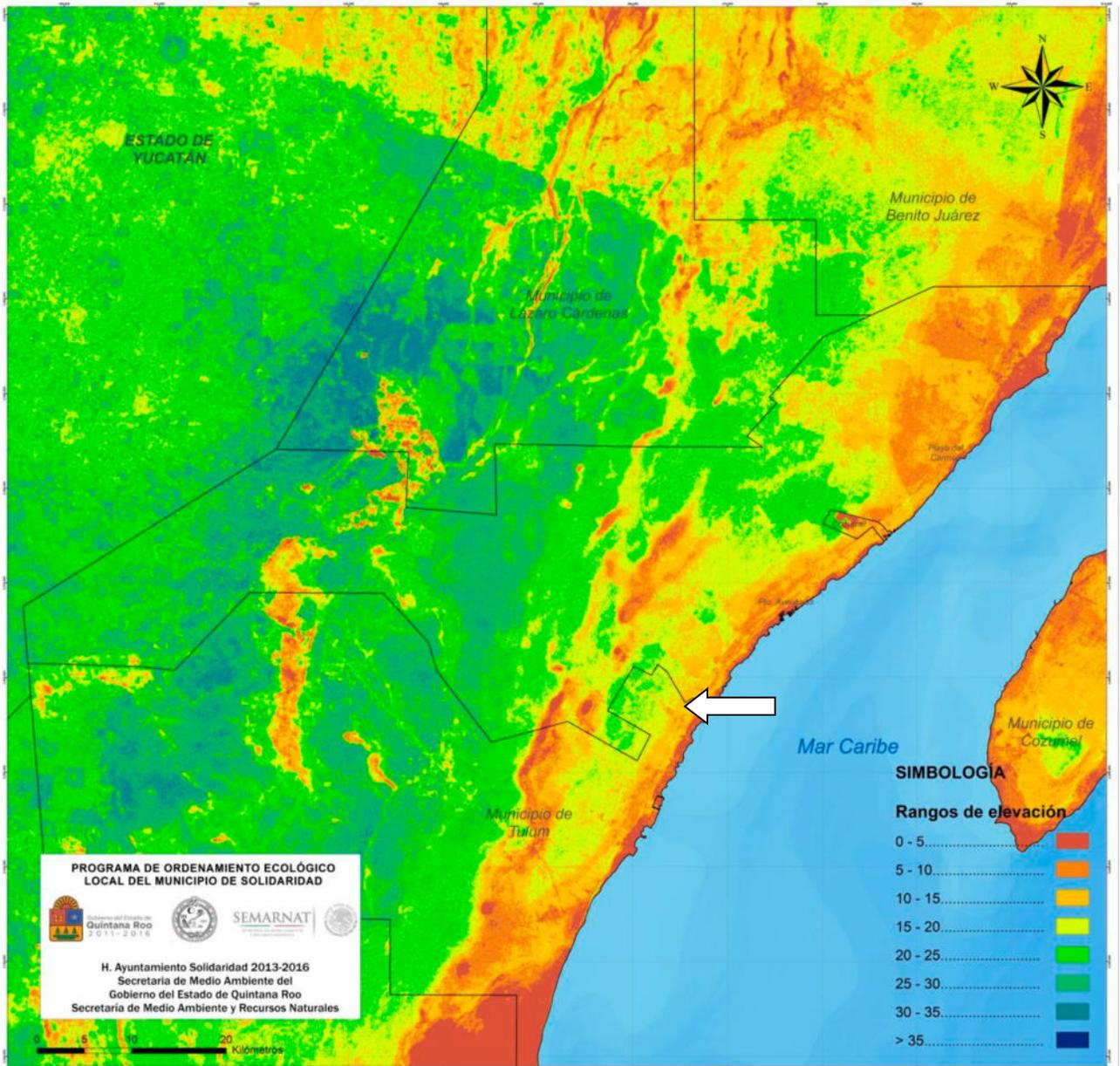


FIGURA 17. Mapa topográfico de los municipios de Solidaridad y Tulum. Fuente: POEL- Solidaridad.

### Suelos.

Al igual que en gran parte de la Península de Yucatán, el material geológico que dio origen a los suelos presentes en el Municipio de Tulum es de tipo sedimentario. Por otra parte, Pope et al., (1996) han correlacionado mapas de suelo y geología de la Península de Yucatán y reportaron una clara relación entre el tipo de suelo y la edad de la roca madre, en concordancia con la persistencia de suelo residual que es, en algunos casos, tan antiguo como el Eoceno, por lo cual concluyen que existe una relación estrecha entre la distribución de los tipos de rocas madre y los grupos de suelo.

De acuerdo con el SIGEIA en la zona del proyecto se presentan los siguientes tipos de suelo.

Calificación 1 del suelo. Adjetivos de Unidades	Tercer grupo de suelo	"Tercer calificador del suelo, propiedades del suelo "	Calificación 2 del suelo. Adjetivos de Unidades	"Calificación del grupo de suelo, propiedades del suelo "	"Segundo calificador del suelo, propiedades del suelo"	Calificación 3 del suelo. Adjetivos de Unidades	Clave edafológica	Primer grupo de suelo
Húmico (hu)	Phaeozem (PH)	Epiléptico (lep)	Húmico (hu)	Réndzico (rz)	Lítico (li)	Chérnico (ch)	LPhurz+LPhuli+PHchlep/2	Leptosol (LP)
Húmico (hu)	Phaeozem (PH)	Epiléptico (lep)	Húmico (hu)	Réndzico (rz)	Lítico (li)	Chérnico (ch)	LPhurz+LPhuli+PHchlep/2	Leptosol (LP)

Fragmentos de roca	Segundo grupo de suelo	Componente vv	Descripción	Nombre del proyecto	Superficie de la geometría (m <sup>2</sup> )	Superficie de incidencia (m <sup>2</sup> )
NO	Leptosol (LP)	PREDIO	Geometría sin nombre		7004.833638	7004.833638
NO	Leptosol (LP)	PREDIO	Geometría sin nombre		2500.010255	2500.010255

A continuación, se describe el tipo de suelo que conforman asociaciones en las unidades edafológicas del predio.

### Litosol (Leptosol)

Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Al igual que en gran parte del país estos suelos son de los más abundantes en la Península de Yucatán y lo de mayor presencia en la microcuenca de estudio. Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales, aunque los litosoles presentes en zonas llanas presentan menor fertilidad que los presentes en pendientes de colinas.

De acuerdo a la FAO (2007)60, los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). En el Municipio de Tulum se encuentra una subunidad calcárica, cuyo nombre deriva del latín calcareum: calcáreo, haciendo referencia a que son suelos que tienen material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, dicho atributo los hace ricos en cal y nutrientes para las plantas (INEGI, 2004).

Además, se encuentra con una subunidad mólica caracterizada por contar con una capa superficial suave, oscura, fértil y rica en materia orgánica.

A continuación se presenta el plano generado por el SIGEIA del suelo en el predio del proyecto.

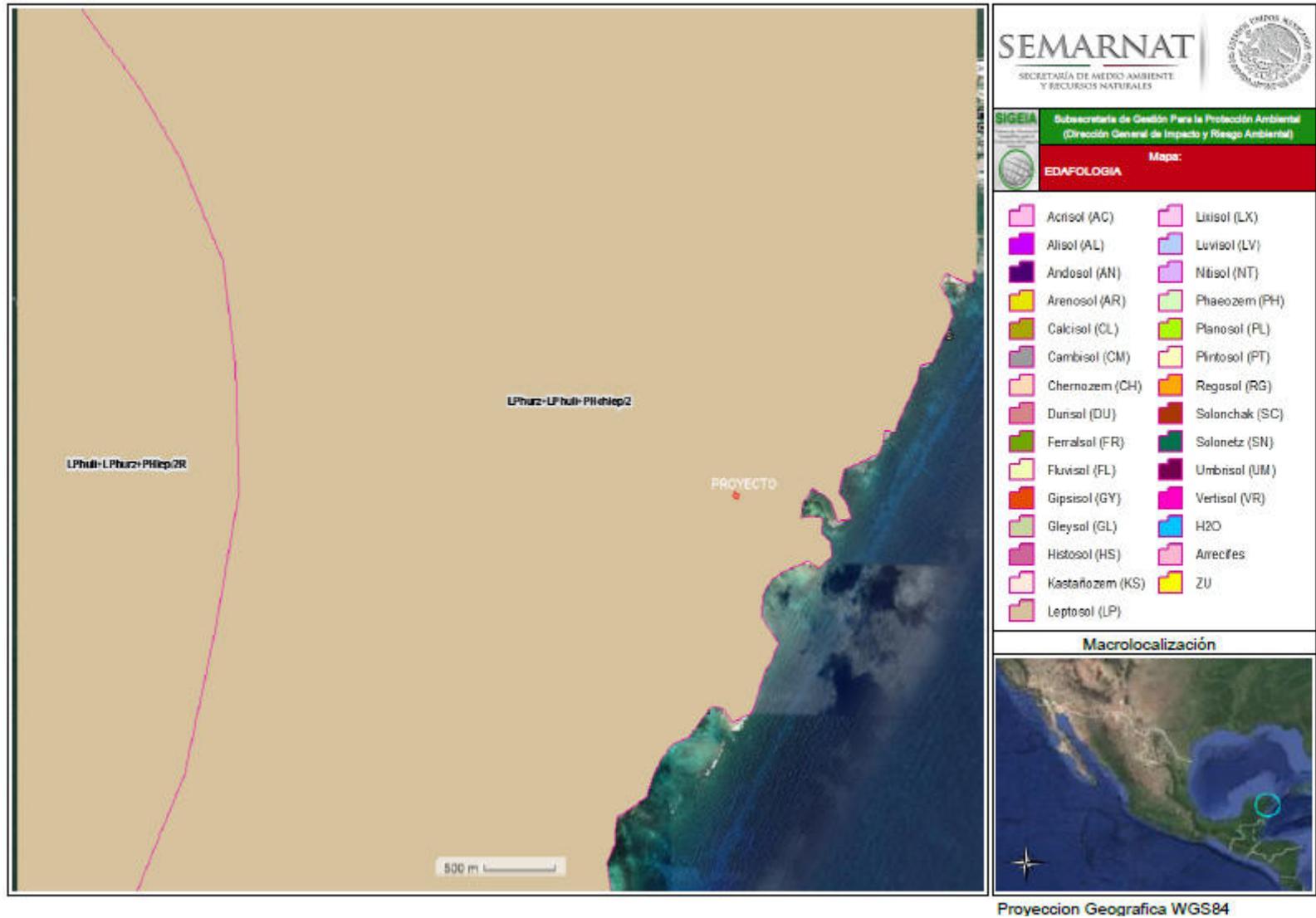


FIGURA 18 Características del suelo en el predio del proyecto.

**C. Hidrología superficial y subterránea.**

**Caracterización de cuencas: localización de las actividades en las cuencas**

El recurso hídrico es administrado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y ha dividido el territorio mexicano en trece Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA).

En razón de lo anterior, el municipio de Tulum, se localiza dentro de la RHA XII denominada Península de Yucatán, la cual comprende en su totalidad a los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche. Se localiza en la porción Sureste de la Republica de México; colinda al Norte y al Poniente con el Golfo de México, al Sur con la Republica de Guatemala, al Oriente con el Mar Caribe, al Suroeste con el estado de Tabasco y al Sureste con Belice, país con el que comparte la cuenca del Rio Hondo. Cuenta con una extensión continental total de 139,897 km<sup>2</sup>, que representan el 7% de la superficie terrestre de la República Mexicana. En dicha región hidrológica la precipitación anual varía desde los 458 mm, en la costa Norte de Yucatán, hasta los 1,615 mm en la cuenca del Río Chumpan, en el Sur de Campeche. La precipitación media anual es de 1,218 mm, superior a la media nacional de 760 mm. Se estima que el agua renovable per cápita, es decir, la cantidad máxima que es factible explotar anualmente, es de 7,294 m<sup>3</sup>/hab/año, valor muy superior al de 1,700 m<sup>3</sup> que se considera como estrés hídrico, por lo que en esta Región existe suficiencia de disponibilidad hídrica per cápita (CONAGUA, 2012).

De acuerdo al SIGEIA, el acuífero en el predio del proyecto presenta las siguientes características:

Clave del acuífero	Nombre del acuífero	Disponibilidad	Fecha D.O.F.	¿Sobreexplotado?	Superficie del acuífero(Ha)
3105	Península de Yucatán	Con disponibilidad	04/01/2018	No	3377101.155
3105	Península de Yucatán	Con disponibilidad	04/01/2018	No	3377101.155

Componente vv	Descripción	Nombre del proyecto	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
PREDIO	Geometría sin nombre		7004.833638	7004.833638
PREDIO	Geometría sin nombre		2500.010255	2500.010255

A continuación, se presenta el plano generado por el SIGEIA del acuífero en la zona del predio del proyecto.

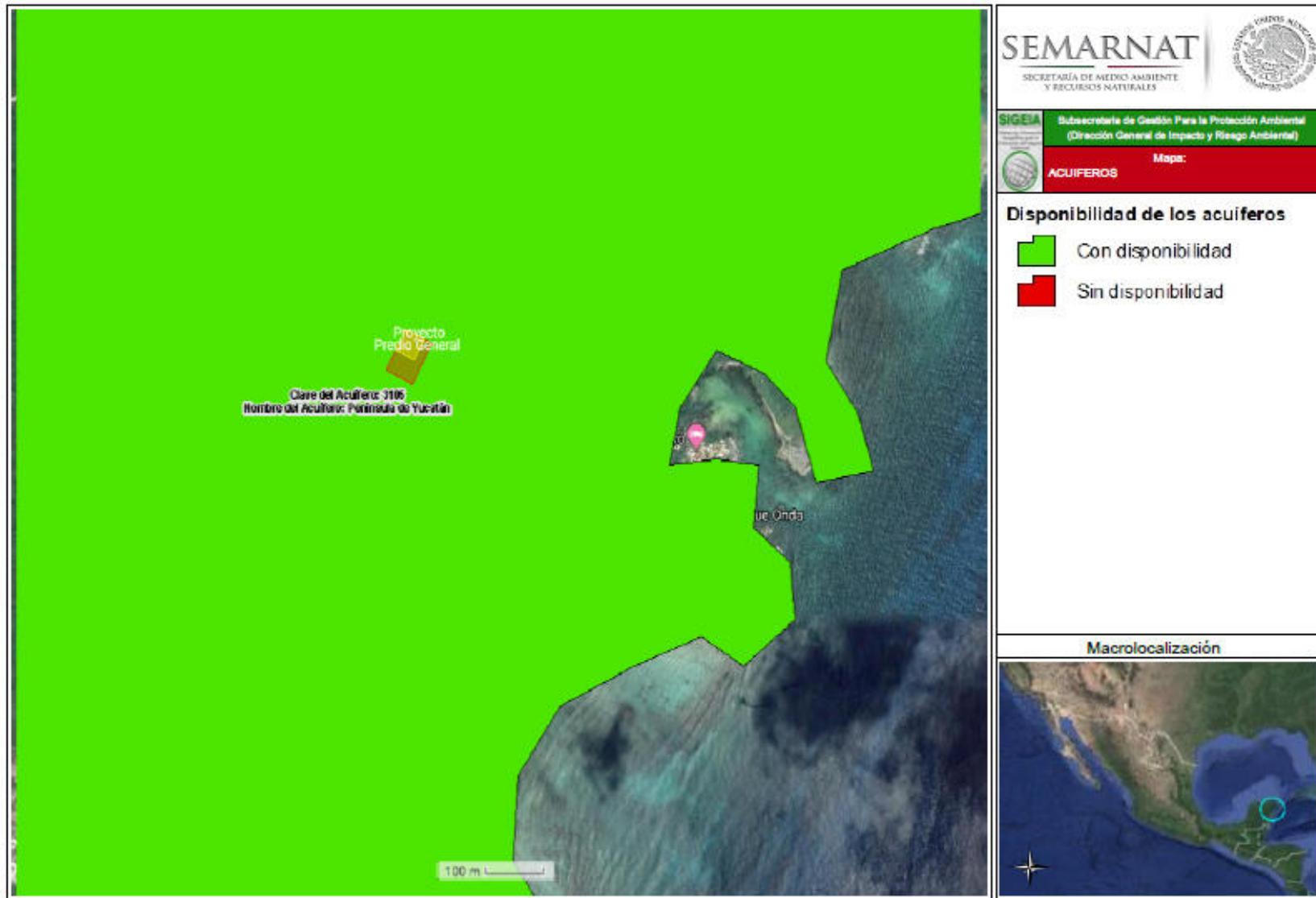


FIGURA 19 Características hidrológicas del predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA.

### **HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.**

La naturaleza kárstica de gran parte del territorio de la Zona Norte del Estado, por ende, del Municipio de Tulum, le otorga condiciones distintivas a la hidrología subterránea, tanto local como regional. La naturaleza kárstica de la zona ha promovido que la totalidad del flujo hidrológico en la entidad sea subterránea, la cual se nutre de las abundantes precipitaciones pluviales. Su importancia radica en que se considera la única fuente permanente de abasto para las actividades productivas y el consumo humano. Sin embargo, otro aspecto de importancia a considerar es que la naturaleza kárstica del subsuelo también otorga vulnerabilidad al acuífero.

Los acuíferos kársticos se caracterizan por la presencia de componentes de flujo distintos: La matriz, que en el caso de la mayor parte del Municipio de Tulum está compuesta de roca caliza consolidada con altas posibilidades de funcionar como acuífero, y los conductos kársticos. Los sistemas kársticos presentan condiciones que dificultan el conocimiento de su funcionamiento general debido, por ejemplo, a la forma de recarga de agua y el flujo de corrientes subterráneas es diferencial, propiciado por la presencia de conductos, fisuras y poros de la matriz. El agua puede fluir muy rápido en los conductos o puede quedar almacenada en las fisuras y poros, en la matriz.

En la Figura siguiente se muestra el mapa de características de la hidrología subterránea con base en la consolidación del material y la posibilidad que tienen de funcionar como acuífero.

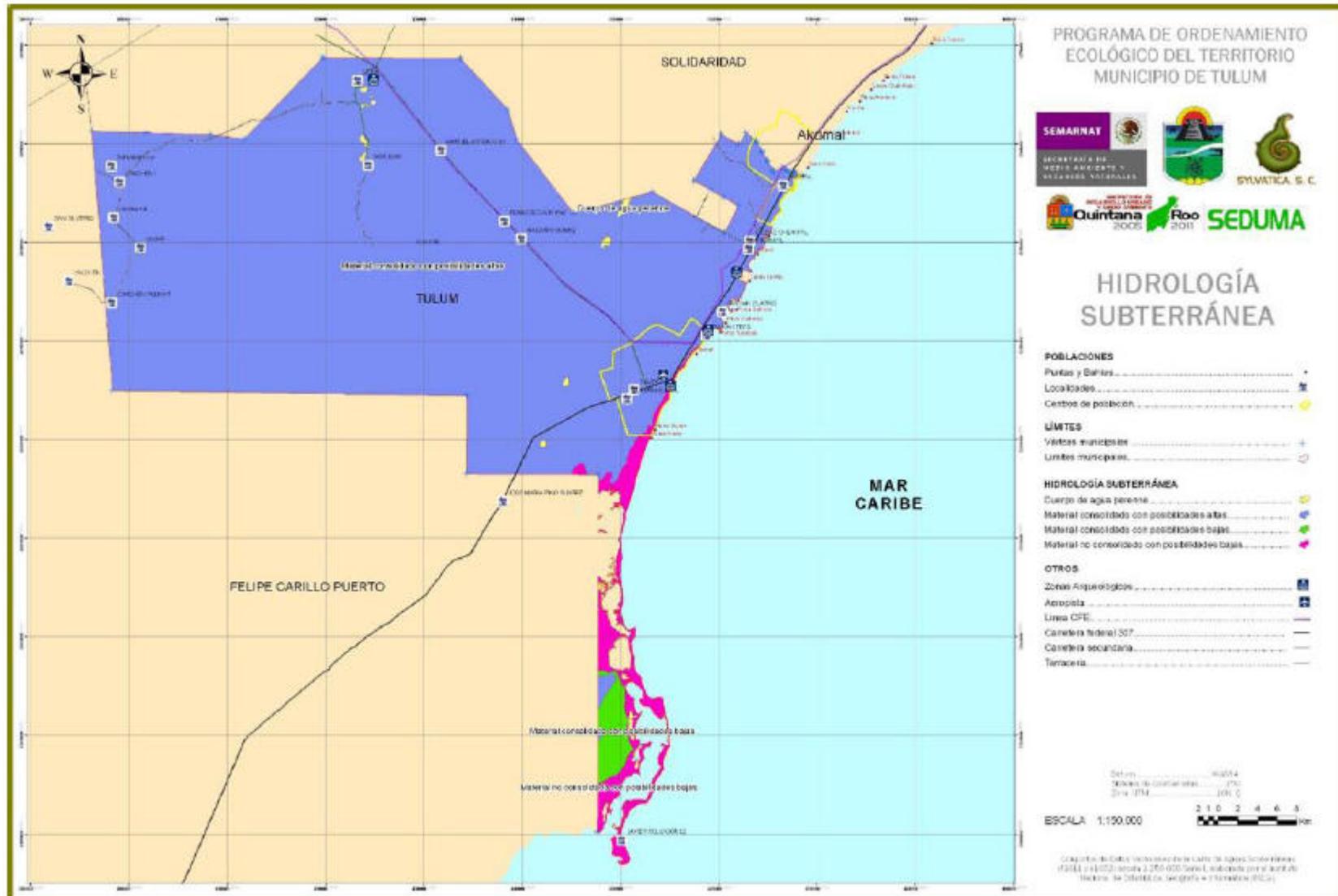


FIGURA 20, Hidrología subterránea del Municipio de Tulum, Quintana Roo.

## **DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL (CUERPOS DE AGUA NATURALES Y ARTIFICIALES)**

En el municipio de Tulum, como en gran parte de la Península de Yucatán no existen corrientes de agua superficiales de consideración, sin embargo, su naturaleza kárstica permite la generación de depresiones y formaciones como poljes, uvalas, dolinas, cenotes, rejolladas, donde sobresale el manto acuífero o en su defecto se llegan a formar pequeños cuerpos lagunares o zonas de inundación (Fragoso et al., 2014). Es posible diferenciar dichas depresiones kársticas de acuerdo con su forma y tamaño, de tal manera que las dolinas son depresiones cerradas simples circulares o elípticas; se considera que las uvalas por su parte tienen forma irregular o alargada y los poljes son depresiones kársticas de gran tamaño, mayores a 1 km<sup>2</sup> (Frelih, 2003; Ford y Williams, 2007).

Dichas formaciones son comunes de observar tanto en la parte Este del municipio como en la porción más alejada a la costa. Comúnmente se manifiestan como cenotes, poljes y dolinas; siendo los cuerpos de agua más representativos, en cuanto a tamaño, los ubicados en la zona denominada Punta Laguna, la cual cubre aproximadamente 90 hectáreas y se compone de tres depresiones de 10-30 metros de profundidad, interconectadas por dos franjas poco profundas.

Debido a sus características kársticas y la naturaleza de su flujo, el acuífero de la zona de estudio se considera de tipo libre y a pesar de la complejidad que implica una descripción profunda del sistema subterráneo, se sabe de manera general que el flujo de agua corre hacia la costa con dirección preferente al este con un gasto medio instantáneo de 0.273 m<sup>3</sup>/s por cada kilómetro de línea de costa (CONAGUA- FIUADY, 2006)

De acuerdo con Curtis et al., (1996), las pérdidas hidrológicas son principalmente por evaporación, la cual puede llegar a ser más alta que la precipitación en algunas épocas del año. El agua en el cenote Las Calaveras en Punta Laguna, es del tipo mixta bicarbonatada con un bajo índice de corrosión (0.78) (INAH, 2003).

Actualmente en el Municipio de Tulum se encuentran identificados alrededor de 209 cenotes y rejolladas, los cuales presentan una distribución asociada a depresiones kársticas, la cuales se distribuyen principalmente en la zona Este del Municipio y en la región de Punta Laguna.

A continuación, se presenta un plano con los principales cenotes en el Municipio de Tulum.

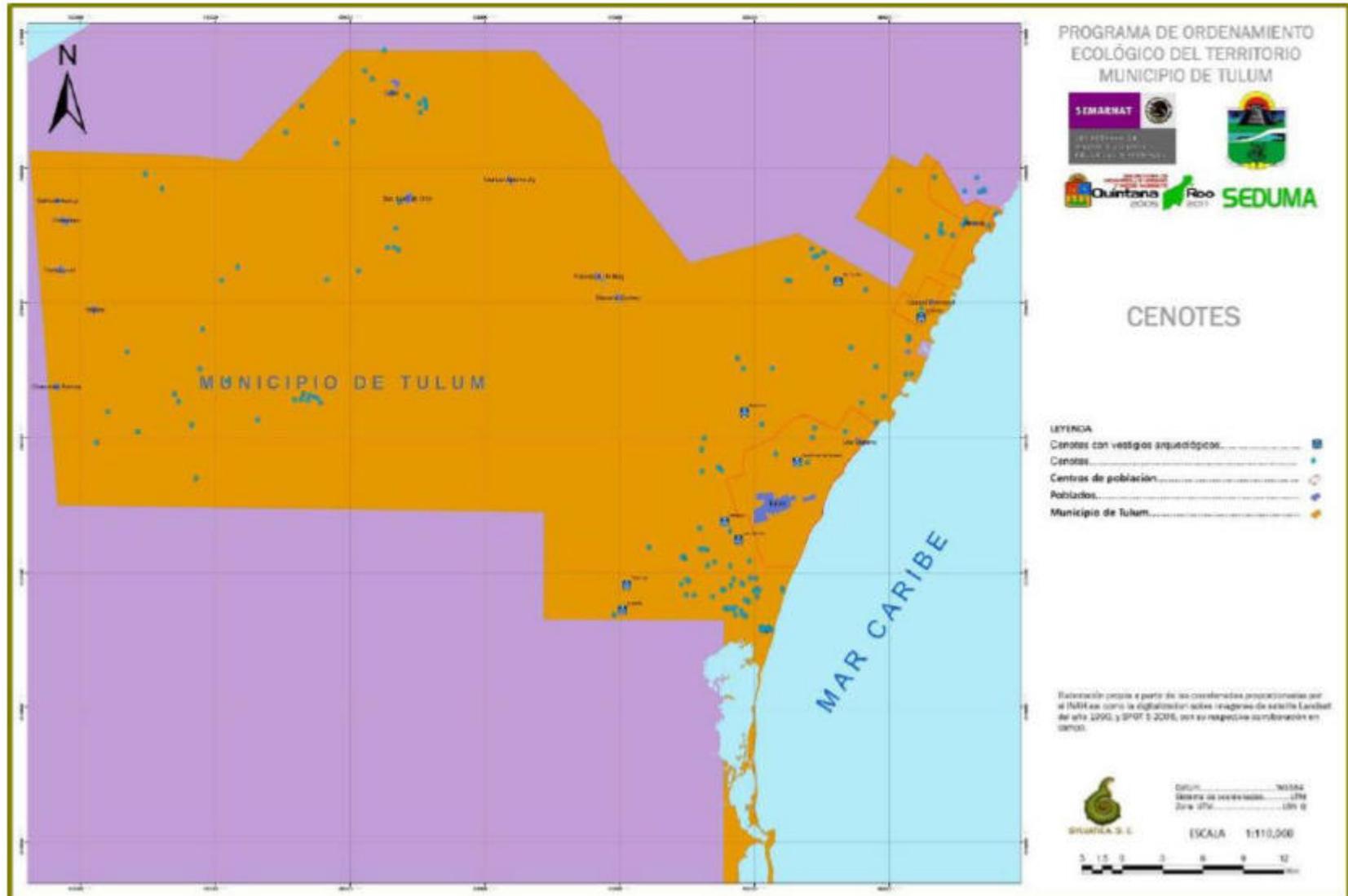


FIGURA 21 Ubicación de los principales cenotes en el Municipio de Tulum.

### **Calidad del agua**

Como se menciona en apartados previos, las condiciones hidrogeológicas del acuífero sobre el que se encuentra el Municipio de Tulum (acuífero Península de Yucatán), propician la contaminación del agua subterránea, ya que por un lado las oquedades del terreno cárstico de alta permeabilidad y por otro lado la ausencia de un medio poroso que sirva de material filtrante y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea, facilitan el acceso de los contaminantes subsuelo y su rápida propagación en el acuífero.

En otros trabajos acerca de la calidad del agua en la región, como el realizado por Martínez, et al. (2011), donde se definió un polígono de estudio delimitado por las ciudades de Cancún, Tulum, Coba y Nuevo Xcan, los autores mencionan algunas conclusiones y observaciones respecto a la calidad del agua subterránea. Por un lado, señalan que el agua de menor calidad se encontró al Sureste del área de estudio, donde es probable que el acuífero tiende a ser más estático a lo largo de la costa de Playa del Carmen a Tulum, y en los primeros 20-40 km cercanos a la costa; donde se observa que, del centro de población de Playa del Carmen a Tulum, la familia de aguas preponderante son las sódico cloruradas. Otro dato que se menciona, es la elevada concentración de nutrimentos en el agua subterránea que se extrae de las inmediaciones de Cancún y Playa del Carmen, la cual posiblemente sea producto del manejo inadecuado de residuos sólidos municipales e inyección directa de aguas negras a través de las fosas sépticas.

En razón de lo anterior, los principales problemas de calidad del acuífero en el Municipio de Tulum de origen antropogénico, tienen que ver principalmente con el mal manejo de aguas residuales, tales como: falta y deterioro de infraestructura para su tratamiento y manejo, así como el descontrolado uso de cenotes como fuentes ornamentales de agua y de recreación. Asimismo, la disposición inadecuada de residuos sólidos es otro de las causas de deterioro de la calidad hídrica subterránea, que si bien, ya se encuentra operando el relleno sanitario del municipio, aún persiste dicho problema en zonas no contempladas en el servicio de recolección.

Además, habrá que monitorear con frecuencia la zona de influencia del relleno sanitario, ya que aunque de cierto modo el problema de residuos sólidos ahora se concentre en un solo sitio, también hay que considerar que el volumen de estos mismos y de lixiviados ha aumentado e incide en mayor magnitud en un solo punto del territorio municipal, poniendo en entredicho si el diseño y condiciones estructurales del relleno sanitario son las adecuadas para evitar futuros problemas relacionados con la fuga y difusión de lixiviados al subsuelo. Aunque en términos generales la calidad del agua del acuífero sobre el que se encuentra la mayor parte del territorio del municipio de Tulum es calificada como muy buena, esta va disminuyendo considerablemente conforme se avanza a la porción costera con dirección Sur, y donde la familia de agua predominante son las sódico cloruradas.

**IV.2.2. Aspectos bióticos.**

**A) Vegetación terrestre.**

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación del SIGEIA, en el municipio de Tulum, y particularmente en el área del proyecto, se presentan los siguientes tipos de vegetación:

Clave (uso del suelo y/o tipo de vegetación)	Tipo de información	Grupo de vegetación	Grupo de sistema agropecuario	Tipo de agricultura	Tipo de vegetación	Desarrollo de la vegetación	Fase de vegetación secundaria	Clave de fotointerpretación	
AH	Complementaria	Asentamientos humanos	No aplicable	No aplicable	No aplicable	No aplicable	No aplicable	AH	
AH	Complementaria	Asentamientos humanos	No aplicable	No aplicable	No aplicable	No aplicable	No aplicable	AH	
Tipo de vegetación/ Vegetación Secundaria	Tipo de plantación	Tipo de cultivo 1	Tipo de cultivo 2	Otros	CUS	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
Asentamientos humanos	No aplicable	No aplicable	No aplicable	Asentamientos humanos	No	PREDIO	Geometría sin nombre	7004.833638	7004.833638
Asentamientos humanos	No aplicable	No aplicable	No aplicable	Asentamientos humanos	No	PREDIO	Geometría sin nombre	2500.010255	2500.010255

**Tabla 17. Tabla Superficie de usos de suelo y vegetación en el predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA, municipio de Tulum.**

De acuerdo al SIGEIA, los usos de suelo y vegetación en el predio del proyecto se presentan en el siguiente plano.

Se observa que en el sitio del proyecto el uso de suelo es de ASENTAMIENTOS HUMANOS.

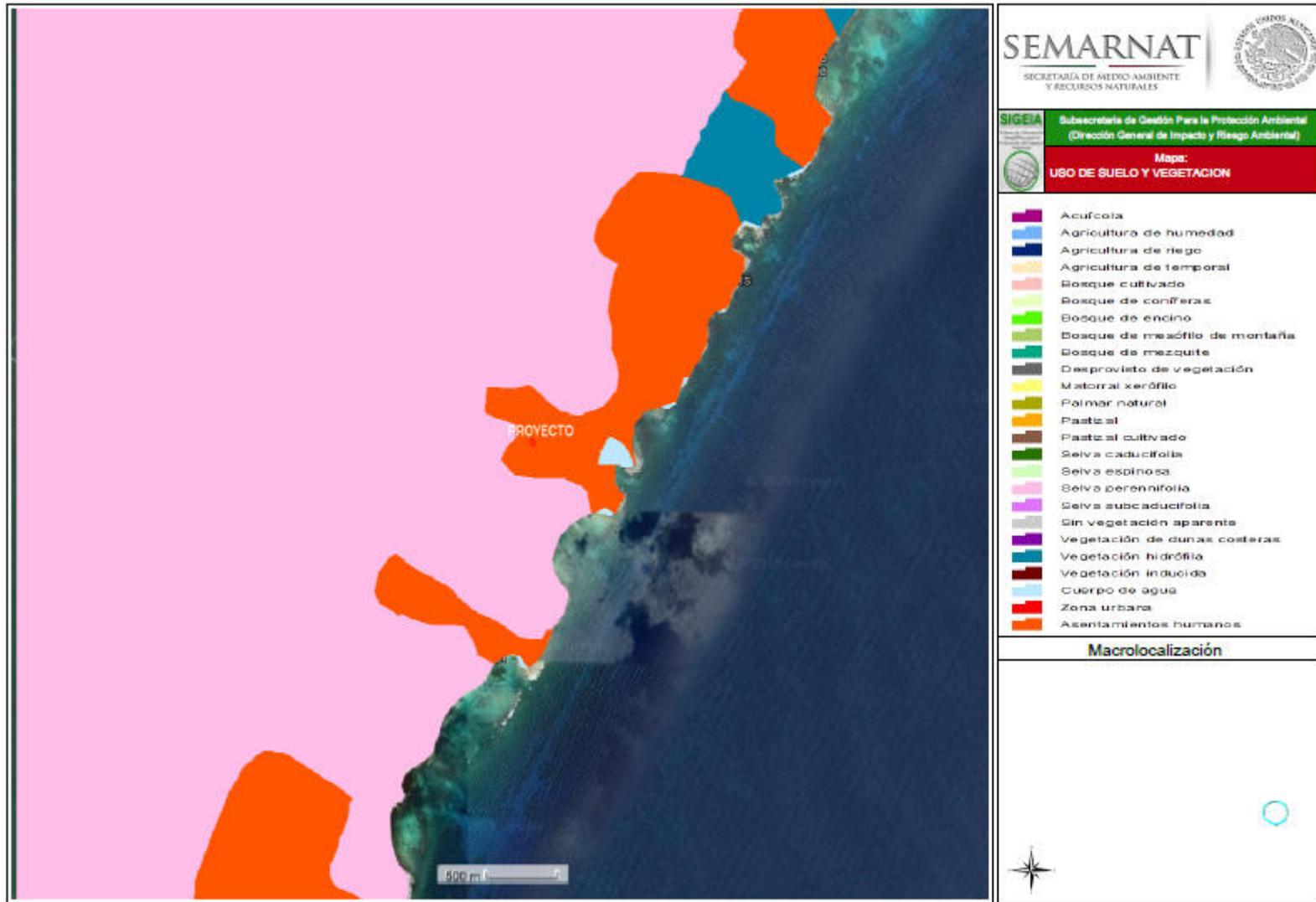


FIGURA 22 Plano de usos de suelo y vegetación en el predio del proyecto, de acuerdo al SIGEIA, municipio de Tulum.

**Tipo de vegetación en el predio.**

El predio del proyecto se encuentra cubierto por vegetación de Selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria, derivado de este tipo de vegetación.

**Selva mediana subperennifolia.**

Dentro del área de estudio este tipo de vegetación se desarrolla en la mayor parte del predio. Espacialmente ocupa la porción central del predio, limitado al poniente por las comunidades de vegetación secundaria ruderal y la Carretera Federal, y al oriente por vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia.

Entre las especies de mayor abundancia en el estrato arbóreo alto, se encuentran Chacah (*Bursera simaruba*), Habin (*Piscidia piscipula*), Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), Chicozapote (*Manilkara zapota*); lu'umche' (*Karwinskia humboldtiana*), bo'oy ch'iich' (*Coccoloba diversifolia*), akiits (*Cascabella gaumeri*), entre otros. En el sotobosque sobresale la presencia de la palma Chit (*Thrinax radiata*) y la despeinada (*Beaucarnea pliabilis*).

**Vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia.**

Este tipo de vegetación se ha conformado principalmente por la recuperación de la Selva mediana subperennifolia a los incendios forestales que se han presentado en la zona y actividades que se asocian a desmontes antiguos con fines habitacionales o de posesión del terreno; así como a las diversas actividades que se desarrollan a los costados de la carretera Chetumal – Puerto Juárez.

Se realizó un inventario de la vegetación en el predio, encontrando las siguientes especies de flora.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
POLYPODIACEAE	<i>Microgramma lycopodioides</i>	Tibte ak'	Helecho
ACANTHACEAE	<i>Decliptera assurgens</i>	Poklampix	Hr
ACANTHACEAE	<i>Elytraria imbricada</i>	Kambal xa'an	Hr
ACANTHACEAE	<i>Henrya insularis</i>	Y'ax ak'ab xiw	Hr
ACANTHACEAE	<i>Henrya scorpioides</i>	Ak'ab xiw	Hr
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem / ch'elem kih / henequén s	Hr
AGAVACEAE	<i>Furcraea cahum</i>	Kahum / kahum kih	Hr
ANACARDIACEAE	<i>Metopium browneii</i>	Chechem	Ar
ANACARDIACEAE	<i>Toxicodendron radicans</i>	Sak chechem	Ar
APOCYNACEAE	<i>Cascabella gaumeri</i>	Ak'its	Arb
APOCYNACEAE	<i>Plumeria obtusa</i>	Sak nikte' / flor de mayo silvestre	Ar
ARACEAE	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Kilbal chaak / bob tun	Hr
ARACEAE	<i>Caladium bicolor</i>	Taab ka'an	Epif
ARECACEAE	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Ya'at / xaate	palma
ARECACEAE	<i>Coccothrinax readii</i> *	Nak'as /nak'ax	palma
ARECACEAE	<i>Pseudophoenix sargentii</i> *	Palma Kuka	Palma
ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i> *	Ch'iit/escoba	Palm
BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	Ek' k'iix	bej
BIGNONIACEAE	<i>Arrabidaea floribunda</i>	Xbilin kook	Bej
BIGNONIACEAE	<i>Arrabidaea patellifera</i>	Anilkab	Bej
BIGNONIACEAE	<i>Arrabidaea podopogon</i>	Ak' xu'ux	Bej
BIGNONIACEAE	<i>Cydista heterophylla</i>	Sak so'oskil ak'	Bej
BIGNONIACEAE	<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	Sak ak'	Arb
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i> *	Ho' k'aab / k'anlool	Ar
BROMELIACEAE	<i>Bromelia pinguin</i>	Ts'albay / ts'ablay / piñuelas	Hr
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	noh xch'u'	Epif
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chakah	Ar

CACTACEAE	<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Num tsutsuy	Hr
CACTACEAE	<i>Nopalea gaumeri</i>	Pak'am	Hr
CACTACEAE	<i>Selenicereus donkelaarii</i>	Chooch kan	Epif
CACTACEAE	<i>Selenicereus testudo</i>	Pitajaya bola	Epif
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis indica</i>	Tay che'	Arb
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis pachaca</i>	Ek' chooch	Arb
CUCURBITACEAE	<i>Melotria pendula</i>	Sandia xtulub	Rast
CUCURBITACEAE	<i>Momordica charantia</i>	Cundeamor/kol mol	Trep
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	Makal k'uuch ak'	Trep
EBENACEAE	<i>Diospyros albens</i>	Silil	Ar
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	Ikil che' / xikil che'	Ar
EUPHORBIACEAE	<i>Croton flavens</i>	Xikin ch'amak / eek' balam	Hr
EUPHORBIACEAE	<i>Dalechampia scandens</i>	Xmolkoh	Trep
EUPHORBIACEAE	<i>Drypetes brownei</i>	P'ih	Ar
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche / piñon	Arb
FABACEAE	<i>Acacia cornigera</i>	subin	Arb
FABACEAE	<i>Acacia dolichostachya</i>	Sak piiche' / tsalam che'	Ar
FABACEAE	<i>Acacia gaumeri</i>	Box kaatsin	Ar
FABACEAE	<i>Acacia pennatulata</i>	Ch'imay	Ar
FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Ts'ulubtok'	Arb
FABACEAE	<i>Caesalpinia violacea</i>	Chakte' / chakte' viga	Ar
FABACEAE	<i>Erythrina standleyana</i>	Chakmolonche' / machetillo	Ar
FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Sak ya'ab / madre cacao	Ar
FABACEAE	<i>Lisyloma latisiliquun</i>	Tsalam	Ar
FABACEAE	<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak kaatsim	Arb
FABACEAE	<i>Nisolia fruticosa</i>	Xk'ant'ul	Trep
FABACEAE	<i>Pithecellobium dulce</i>	Ts'iw che'	Ar
FABACEAE	<i>Pithecellobium leucospermum</i>	Ya'ax ek'	Ar
FABACEAE	<i>Senna racemosa</i>	K'anlool	Ar
FLACOURTIACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay / palo volador	Ar
HIPPOCRATAEAE	<i>Hippocratea excelsa</i>	Sak boob	Ar
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia glandulosa</i>	Siipche	Arb
MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Hool	Hr
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreos</i>	Bisilche' / tulipán de monte	Arb
MELIACEAE	<i>Trichilia havanensis</i>	Chobenche	Ar
MENISPERMACEAE	<i>Cisampelos pareira</i>	Petektun	Trep
MYRTACEAE	<i>Eugenia capuli</i>	Sak loob che'	Arb
MYRTACEAE	<i>Eugenia laevis</i>	Hirnich' / guirnich'	Arb
MYRTACEAE	<i>Eugenia mayana</i>	Sak ok loob che'	Ar
MYRTACEAE	<i>Eugenia standleyana</i>	Sak ok loob	Ar
MYRTACEAE	<i>Psidium sartorianum</i>	Piichi' che' / guayabiyó	Ar
MYRSINACEAE	<i>Parathesis cubana</i>	Chamalche	Ar
NICTAGYNACEAE	<i>Neea psycchotrioides</i>	Xtahts'i' / pinta uña	Ar
NIGTAGYNACEAE	<i>Pisonia aculeata</i>	Beeb	Bej
NOLINACEAE	<i>Beaucarnea pliabilis*</i>	Tsipil / despeinada	Hr
ORCHIDIACEAE	<i>Myrmecophilla tibicinis</i>	Hobon bak / xk'ubemba	Epif
ORCHIDIACEAE	<i>Oncidium ascendens</i>	Pu'uts' che'	Epif
PASSIFLORACEAE	<i>Pasiflora ciliata</i>	Uvas so'ots' / poch' k'aak'	Trep
PASSIFLORACEAE	<i>Pasiflora xiikzodz</i>	Xiik'so'ots'	Trep
POACEAE	<i>Olyra glaberrima</i>	Tsok sapal su'uk	Pasto
POACEAE	<i>Olyra yucatanenses</i>	Tok' su'uk	pasto
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Toh yuub / xtoh yuub	Arb
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	boob	Ar
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Bo'oy ch'iich'	Ar
POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'its'ilche'	Ar

POLYGONACEAE	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Sak itsab	Ar
RHAMNACEAE	<i>Karwinsckya humboldtiana</i>	Lu'umche'	Ar
RHAMNACEAE	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok' / quiebra hacha	Ar
RUBIACEAE	<i>Hintonia octomera</i>	Pay luuch / xpaay luuch	Arb
RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	Pech kitam	Arb
RUBIACEAE	<i>Chiococca alba</i>	Kanchak che'	Arb
RUTACEAE	<i>Amyris sylvatica</i>	Limón che'	Arb
RUTACEAE	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Hok'ob che'	Ar
SAPINDACEAE	<i>Allophylus cominia</i>	Ich baach / xik' baach	Ar
SAPINDACEAE	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	Ar
SAPINDACEAE	<i>Talisia olivaeformis*</i>	Wayum / wayas país	Ar
SAPINDACEAE	<i>Serjania adiantoides</i>	Xp'ak ak'	Bej
SAPOTACEAE	<i>Manilkara achras*</i>	Ya' / chico zapote	Ar
SMILACACEAE	<i>Smilax mollis</i>	Ko keh	Bej
VERBENACEAE	<i>Callicarpa acuminata</i>	Xpukim / xmulción ch'o'	Arb

**Tabla 18 Listado de la vegetación encontrada en el predio del proyecto “Inmobiliaria Costa Cálida” en Tulum, Quintana Roo.**

SIMBOLOGIA: \* = plantas de los huertos familiares y/o cultivados en las milpas. ABREVIATURAS: Ar = árbol; Arb = arbusto; Hr = hierba; Bej = bejuco; Epif = Epifitas; Paras = Parásitas; Pasto = Zacates / pastos y Trep = trepadoras.

Asimismo, de acuerdo a la Actualización de la NOM-059-SEMARNAT 2010, publicada el 29 de octubre del 2019, en el predio se encuentran las siguientes especies de flora bajo protección:

Familia	Nombre científico	Estatus de Protección	Nombre común
<b>ARECACEAE</b>	<i>Coccothrinax readii</i>	amenazada	Nakás
<b>ARECACEAE</b>	<i>Thrinax radiata</i>	amenazada	Palma chit
<b>ARECACEAE</b>	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Amenazada	Palma Kuka
<b>NOLINACEAE</b>	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Amenazada	Despeinada
<b>BIGNONIACEAE</b>	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Amenazada	Roble amarillo

**Tabla 19 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el predio del proyecto “Inmobiliaria Costa Cálida S.A de C.V ” en Tulum, Quintana Roo.**

### **Análisis de diversidad de la vegetación.**

La composición florística del área está representada principalmente por especies de las familias Fabaceae y Rubiaceae, que son las familias más frecuentes y las que mayor número de especies reportan otros estudios de la flora de la Península (González-Iturbe *et al.*, 2002; Góngora-Chín, 1999; Pool-Estrella, 1998; Mizrahi *et al.*, 1997; Kantún, 2005; Flores y Espejel, 1994; Ceccon, 2002), la primera familia es la mejor representada debido a que es la más diversa y está distribuida en todas las comunidades vegetales presentes en la península de Yucatán (Flores, 2001).

La ausencia o presencia de algunas especies, posiblemente pueda ser explicado por la fisiografía, sustrato y humedad a nivel local (Martínez y Galindo, 2002; White y Hood, 2004 y Vargas-Rodríguez *et al.*, 2005). Estos elementos son claves en la diferenciación florística de la vegetación de la parte norte y sur del estado de Yucatán y de la península de Yucatán.

En términos de altura de la selva mediana subcaducifolia, se puede decir que puede estar asociada al factor edáfico y topográfico de cada sitio (Martínez y Galindo, 2002), pero no sólo el efecto de las variables ambientales explica la variación de la altura, también deben considerarse el impacto de las actividades humanas, que influyen en el cambio de la estructura de la vegetación, o en la desaparición de algunas especies, además de las interacciones entre especies diferentes o de individuos de las mismas especies, y que son factores decisivos en la estratificación de la vegetación (Krebs, 1985; Rico-Gray *et al.*, 1988 y Vargas-Rodríguez *et al.*, 2005).

En relación al índice de diversidad de Shannon-Wiener, los valores encontrados en diversos estudios en el ejido Andrés Quintana Roo ( $H' = 3.27$ ), Papantla, Veracruz ( $H' = 2.12$ ; Basañez, Alanís, & Badillo, 2008) y en Hampolol, Campeche ( $H' = 2.28$ ; Gutiérrez *et al.*, 2013), son similares a el promedio estimado para otra selvas de Yucatán ( $H' = 3.54$ ) y reportados para estudios en la zona del proyecto, dentro del rango con los que se han obtenido en otros estudios en la selva mediana subperennifolia de Veracruz  $H' = 3.09$  (Godínez y López, 2002 y Villavicencio y Valdez, 2003) y Calakmul, Campeche ( $H' = 3.29$ ; Zamora-Crescencio *et al.*, 2012).

### **METODOLOGÍA PARA IDENTIFICACIÓN DE FLORA Y FAUNA.**

El estudio de la flora en el área de influencia del proyecto se inicia con la descripción de cada una de las Unidades de vegetación reconocidas. Seguidamente, se clasifica taxonómicamente y cuantifica las especies de flora por cada Unidad de vegetación. Para realizar el análisis de la diversidad biológica de la flora observada en el sitio se realizó mediante el Método Cualitativo de muestreo, se seleccionó este método ya que la flora de la zona ya fue afectada.

El procedimiento para la identificación de la flora se describe a continuación.

- Identificación de especies mediante un inventario.
- Comparación de especies encontradas con la NOM-059-SEMARNAT-2010 para identificar especies protegidas.
- Finalmente se determina la ausencia o presencia de Areas Naturales Protegidas.

### **Criterios para la evaluación de la flora en el área de influencia del proyecto.**

CRITERIO	DESCRIPCION
Presencia y distribución	Presencia de especies en el área de estudio. Número y distribución de especies en área de influencia del proyecto.
Conservación	Estado de conservación de las especies de flora.
Protección	Especies protegidas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010

CRITERIO	DESCRIPCION
Tamaño del predio	Se consideró la superficie del predio
Ubicación del sitio	Se encuentra dentro de la zona urbana

**Tabla 20. Tabla de criterios para evaluación de la flora.**

**Metodología Cualitativa:** La metodología empleada para el registro cualitativo de la flora fue el de Observación e Identificación en campo de las especies de flora dentro del área de estudio del proyecto. La identificación hasta el nivel de especie se realizó a través de la definición de las características morfológicas macroscópicas de hojas, tallos, flores y frutos de las especies detectadas. Las especies que no se llegaron a identificar en campo, fueron fotografiadas en sus características morfológicas para ser identificadas en Gabinete empleando los registros de Flora para el estado de Yucatán, Etnoflora Yucatanense, Lista florística y sinonimia maya (Victoria Sosa, J. Salvador Flores, V. Rico-Gray, Rafael Lira, J.J. Ortiz) mayo 1985.

### Caracterización de la vegetación.

#### Vegetación herbácea.

Para caracterizar el tipo de vegetación herbácea presente en el área, se tomaron 2 transectos de intersección en línea de 50 metros, inventariando todas las plantas que interceptan en el mismo, anotando su cobertura en mm. Las coordenadas de los transectos y los resultados del muestreo se presentan a continuación:

COORDENADAS UTM DATUM:WGS84 ZONA 16						
NOMBRE	INICIO			FINAL		
	#	X	Y	#	X	Y
HT1	17	467543	2257175	18	467535	2257224

**Tabla 21. Tabla de coordenadas UTM del transecto 1 de intersección de hierbas.**

Los resultados del transecto 1, se presentan a continuación:

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	No.Sp.	INICIO	FINAL	Intercepcion
<i>Dioscorea convolvulacea</i>	makalk'uch ak'	13	370	410	40
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat / xya'ate	8	1350	1500	150
<i>Serjania adiantoides</i>	p'ak ak'	22	1500	1540	40
<i>Olyra glaberrima</i>	tok' tsapal su'uk	17	1830	1860	30
<i>Arrabidaea floribunda</i>	bilin kook ak'	4	2510	2540	30
<i>Arrabidaea patellifera</i>	anilkab	5	2660	2690	30
<i>Passiflora xiikzodz</i>	xiik so'ots'	20	2890	2900	10
<i>Dalechampia scandens</i>	moolkoh	11	3190	3210	20
<i>Dalechampia scandens</i>	moolkoh	11	3540	3550	10
<i>Caladium bicolor</i>	taab ka'an	7	3580	3590	10
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	kilbal chaak / boob tun	3	3850	3870	20
<i>Parathesis cubana</i>	chamalche'	19	3960	3980	20
<i>Amyris sylvatica</i>	limon che'	2	4330	4430	100
<i>Bromelia pinguin</i>	ts'albay / ts'ablay	6	4400	4580	180
<i>Cydista potosina</i>	ek' k'iix	10	4690	4700	10
<i>Momordica charantia</i>	kol mool / cunde amor	15	4830	4860	30

<i>Caladium bicolor</i>	taab ka'an	7	4850	4870	20
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	kilbal chaak / boob tun	3	4880	4930	50
<i>Cydista potosina</i>	ek' k'iix	10	4960	4980	20
<i>Arrabidaea floribunda</i>	bilin kook ak'	4	4980	5000	20

**Tabla 22 Listado de la vegetación herbácea en el transecto 1 del predio del proyecto.**

COORDENADAS UTM DATUM:WGS84 ZONA 16						
NOMBRE	INICIO			FINAL		
	#	X	Y	#	X	Y
HT2	19	467488	2257160	20	467538	2257157

**Tabla 23.- . Tabla de coordenadas UTM del transecto 2 de intersección de hierbas.**

A continuación, se presentan los resultados del transecto 2.

<b>TRANSECTO 2</b>					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	No.Sp.	INICIO	FINAL	Intercepcion
<i>Smilax mollis</i>	xkohkeh / xts'ay keh	23	110	130	20
<i>Pitecoctenium crucigerum</i>	sak ak'	21	130	180	50
<i>Nisolia fruticosa</i>	k'ant'u'ul	16	210	240	30
<i>Olyra glaberrima</i>	tok' tsapal su'uk	17	250	290	40
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	kilbal chaak / boob tun	3	930	960	30
<i>Melotria pendula</i>	sandía xtulub	14	1070	1150	80
<i>Bromelia pinguin</i>	ts'albay / ts'ablay	6	1420	1590	170
<i>Bromelia pinguin</i>	ts'albay / ts'ablay	6	1600	1790	190
<i>Bromelia pinguin</i>	ts'albay / ts'ablay	6	1700	1820	120
<i>Arrabidaea floribunda</i>	bilin kook ak'	4	1990	2010	20
<i>Decliptera asurgens</i>	p'oklampiix	12	2150	2160	10
<i>Oncidium ascendens</i>	puuts' che' / puuts'ub che'	18	2420	2470	50
<i>Bromelia pinguin</i>	ts'albay / ts'ablay	6	3070	3250	180
<i>Bromelia pinguin</i>	ts'albay / ts'ablay	6	3260	3400	140
<i>Bromelia pinguin</i>	ts'albay / ts'ablay	6	3410	3520	110
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	kilbal chaak / boob tun	3	3530	3580	50
<i>Caladium bicolor</i>	taab ka'an	7	3700	3800	100
<i>Bromelia pinguin</i>	ts'albay / ts'ablay	6	4520	4710	190
<i>Bromelia pinguin</i>	ts'albay / ts'ablay	6	4700	4760	60
<i>Serjania adiantoides</i>	p'ak ak'	22	4720	4820	100
<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem	1	4750	4870	120
<i>Chiococca alba</i>	kanchaakche' / xkanchakche'	9	4800	4940	140
<i>Agave angustifolia</i>	Ch'elem	1	4930	5000	70

**Tabla 24.- Resultados del transecto 2 de intersección de hierbas en el predio del proyecto.**

Con esta información, se determinaron las características de valor de importancia ecológica, de acuerdo a su frecuencia, cobertura relativa y abundancia relativa, obteniendo los siguientes resultados:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR  
ESTACIÓN DE SERVICIO Y LOCALES COMERCIALES

NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Indice de Densidad lineal	Densidad. Relativa	Intercepción (cms)	Indice de Cobertura. Lineal	Cobertura. Relativa	Intervalos ocurrencia	Frecuencia	Frecuencia . Relativa	Valor de Importancia
<i>Bromelia pinguin</i>	9	0.09	20.93%	1340	0.134	46.05%	4	0.4	11.43%	78.41%
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	4	0.04	9.30%	150	0.015	5.15%	4	0.4	11.43%	25.89%
<i>Caladium bicolor</i>	3	0.03	6.98%	130	0.013	4.47%	3	0.3	8.57%	20.02%
<i>Arrabidaea floribunda</i>	3	0.03	6.98%	70	0.007	2.41%	3	0.3	8.57%	17.95%
<i>Serjania adiantioides</i>	2	0.02	4.65%	140	0.014	4.81%	2	0.2	5.71%	15.18%
<i>Agave angustifolia</i>	2	0.02	4.65%	190	0.019	6.53%	1	0.1	2.86%	14.04%
<i>Olyra glaberrima</i>	2	0.02	4.65%	70	0.007	2.41%	2	0.2	5.71%	12.77%
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	1	0.01	2.33%	150	0.015	5.15%	1	0.1	2.86%	10.34%
										194.60%
<i>Chiococca alba</i>	1	0.01	2.33%	140	0.014	4.81%	1	0.1	2.86%	9.99%
<i>Amyris sylvatica</i>	1	0.01	2.33%	100	0.01	3.44%	1	0.1	2.86%	8.62%
<i>Cydista potosina</i>	2	0.02	4.65%	30	0.003	1.03%	1	0.1	2.86%	8.54%
<i>Dalechampia scandens</i>	2	0.02	4.65%	30	0.003	1.03%	1	0.1	2.86%	8.54%
<i>Melotria pendula</i>	1	0.01	2.33%	80	0.008	2.75%	1	0.1	2.86%	7.93%
<i>Oncidium ascendens</i>	1	0.01	2.33%	50	0.005	1.72%	1	0.1	2.86%	6.90%
<i>Pitecoctenium crucigerum</i>	1	0.01	2.33%	50	0.005	1.72%	1	0.1	2.86%	6.90%
<i>Dioscorea convolvulacea</i>	1	0.01	2.33%	40	0.004	1.37%	1	0.1	2.86%	6.56%
<i>Arrabidaea patellifera</i>	1	0.01	2.33%	30	0.003	1.03%	1	0.1	2.86%	6.21%
<i>Momordica charantia</i>	1	0.01	2.33%	30	0.003	1.03%	1	0.1	2.86%	6.21%
<i>Nisolia fruticosa</i>	1	0.01	2.33%	30	0.003	1.03%	1	0.1	2.86%	6.21%
<i>Parathesis cubana</i>	1	0.01	2.33%	20	0.002	0.69%	1	0.1	2.86%	5.87%
<i>Smilax mollis</i>	1	0.01	2.33%	20	0.002	0.69%	1	0.1	2.86%	5.87%
<i>Decliptera asurgens</i>	1	0.01	2.33%	10	0.001	0.34%	1	0.1	2.86%	5.53%
<i>Passiflora xiikzodz</i>	1	0.01	2.33%	10	0.001	0.34%	1	0.1	2.86%	5.53%

0.43      100%                      0.291      100%                      3.5      100%                      300%

**Tabla 25.- Valores de importancia ecológica de las especies herbáceas encontradas en el predio del proyecto.**

Como puede verse, entre *Bromelia pinguin*, *Anthurium schlechtendalii*, *Caladium bicolor*, *Arrabidaea floribunda*, *Serjania adiantoides*, *Agave angustifolia*, *Olyra glaberrima* y *Chamaedorea seifrizii* (8 especies diferentes) representan el 194.60% % de un máximo de 300% de importancia ecológica, característico de una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia.

**Índice de diversidad:** Se analizaron los datos para determinar el Índice de diversidad de Shannon -Wiener y el Índice de similitud de Simpson, obteniendo los siguientes resultados:

NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Agave angustifolia</i>	2	0.04651	-3.0681	-0.1427	0.002163
<i>Amyris sylvatica</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	4	0.09302	-2.3749	-0.2209	0.008653
<i>Arrabidaea floribunda</i>	3	0.06977	-2.6626	-0.1858	0.004867
<i>Arrabidaea patellifera</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Bromelia pinguin</i>	9	0.20930	-1.5640	-0.3273	0.043807
<i>Caladium bicolor</i>	3	0.06977	-2.6626	-0.1858	0.004867
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Chiococca alba</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Cydista potosina</i>	2	0.04651	-3.0681	-0.1427	0.002163
<i>Dalechampia scandens</i>	2	0.04651	-3.0681	-0.1427	0.002163
<i>Decliptera asurgens</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Dioscorea convolvulacea</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Melotria pendula</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Momordica charantia</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Nisolia fruticosa</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Olyra glaberrima</i>	2	0.04651	-3.0681	-0.1427	0.002163
<i>Oncidium ascendens</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Parathesis cubana</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Passiflora xiikzodz</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Pitecoctenium crucigerum</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
<i>Serjania adiantoides</i>	2	0.04651	-3.0681	-0.1427	0.002163
<i>Smilax mollis</i>	1	0.02326	-3.7612	-0.0875	0.000541
	43			-2.8579	0.0806

**Tabla 26 Índice de diversidad de las especies herbáceas encontradas en el predio del proyecto.**

H max= 3.135494216

Índice de equidad de Pielou J'= 0.911456483.

El Índice de Shannon Wiener que se encontró (H'=2.858) es menor a índices de diversidad que se observa en este tipo de vegetación cuando se encuentra bien desarrollada, que es de valores mayores a 3.

El índice de Simpson que se encontró ( $\lambda=0.081$ ) indica que no hay una especie que domine de manera preponderante en la estructura de la vegetación herbácea.

### Vegetación arbustiva.

Para caracterizar el tipo de vegetación arbustiva presente en el área, se tomaron 2 transectos de intersección en línea de 50 metros, inventariando todas las plantas que interceptan en el mismo, anotando su cobertura en mm. Las coordenadas de los transectos y los resultados del muestreo se presentan a continuación:

NOMBRE	INICIO			FINAL		
	#	X	Y	#	X	Y
AT1	17	467543	2257175	18	467535	2257224

**Tabla 27. Tabla de coordenadas UTM del transecto 1 de intersección de arbustos.**

Los resultados del transecto 1 se presentan a continuación:

TRANSECTO 1					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	No.Sp.	INICIO	FINAL	Intercepcion
<i>Bunchosia glabra</i>	sipiche'	2	590	660	70
<i>Bunchosia glabra</i>	sipiche'	2	750	800	50
<i>Bunchosia glabra</i>	sipiche'	2	970	1000	30
<i>Bunchosia glabra</i>	sipiche'	2	1420	1450	30
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	sak itsab	9	2030	2050	20
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	sak itsab	9	2130	2150	20
<i>Esenbeckia pentephylla</i>	hok'ob che'	5	2260	2280	20

**Tabla 28 Resultados del transecto 1 de intersección de arbustos en el predio del proyecto.**

NOMBRE	INICIO			FINAL		
	#	X	Y	#	X	Y
AT2	19	467488	2257160	20	467538	2257157

**Tabla 29 Tabla de coordenadas UTM del transecto de intersección 2 de arbustos.**

Los resultados del transecto 2 se presentan a continuación:

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	No.Sp.	INICIO	FINAL	Intercepcion
<i>Esenbeckia pentephylla</i>	hok'ob che'	5	610	630	20
<i>Callicarpa acuminata</i>	xpukim	3	800	830	30
<i>Acacia cornigera</i>	subin / cornezuelo	1	970	1070	100
<i>Gymnopodium floribundum</i>	ts'its'ilche'	6	1080	1140	60
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	sak itsab	9	1350	1410	60
<i>Bunchosia glabra</i>	sipiche'	2	2500	2570	70
<i>Bunchosia glabra</i>	sipiche'	2	2530	2580	50
<i>Hampea trilobata</i>	hool / mahagua	7	2990	3030	40
<i>Hintonia octomera</i>	payluch	8	3600	3760	160
<i>Esenbeckia pentephylla</i>	hok'ob che'	5	4420	4450	30
<i>Chiococca alba</i>	kanchaakche'	4	4460	4550	90

**Tabla 30 Resultados del transecto 2 de intersección de arbustos en el predio del proyecto.**

Con estos datos se determinó el valor de importancia ecológica y los índices de diversidad de Shannon Wiener, el de equidad de Simpsón, obteniendo los siguientes resultados.

NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Indice de Densidad lineal	Dens. Relativa	Intercepción (cms)	Indice de Cob. Lineal	Cob. Relativa	Intervalos ocurrencia	Frecuencia	Frec. Relativa	Valor de Importancia
<i>Bunchosia glabra</i>	6	0.06	33.33%	300	0.03	31.58%	3	0.3	21.43%	86.34%
<i>Esenbeckia pentephylla</i>	3	0.03	16.67%	70	0.007	7.37%	3	0.3	21.43%	45.46%
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	3	0.03	16.67%	100	0.01	10.53%	2	0.2	14.29%	41.48%
<i>Hintonia octomera</i>	1	0.01	5.56%	160	0.016	16.84%	1	0.1	7.14%	29.54%
<i>Acacia cornigera</i>	1	0.01	5.56%	100	0.01	10.53%	1	0.1	7.14%	23.22%
<i>Chiococca alba</i>	1	0.01	5.56%	90	0.009	9.47%	1	0.1	7.14%	22.17%
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	0.01	5.56%	60	0.006	6.32%	1	0.1	7.14%	19.01%
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.01	5.56%	40	0.004	4.21%	1	0.1	7.14%	16.91%
<i>Callicarpa acuminata</i>	1	0.01	5.56%	30	0.003	3.16%	1	0.1	7.14%	15.86%
		0.18	100%		0.095	100%		1.4	100%	300%

Tabla 31 Valores de importancia ecológica de las especies arbustivas encontradas en el predio del proyecto

Asimismo, se analizaron los datos para determinar el Índice de diversidad de Shannon -Wiener y el Índice de similitud de Simpson, obteniendo los siguientes resultados:

NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Acacia cornigera</i>	1	0.0556	-2.8904	-0.1606	0.003086
<i>Bunchosia glabra</i>	6	0.3333	-1.0986	-0.3662	0.111111
<i>Callicarpa acuminata</i>	1	0.0556	-2.8904	-0.1606	0.003086
<i>Chiococca alba</i>	1	0.0556	-2.8904	-0.1606	0.003086
<i>Esenbeckia pentephylla</i>	3	0.1667	-1.7918	-0.2986	0.027778
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	0.0556	-2.8904	-0.1606	0.003086
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.0556	-2.8904	-0.1606	0.003086
<i>Hintonia octomera</i>	1	0.0556	-2.8904	-0.1606	0.003086
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	3	0.1667	-1.7918	-0.2986	0.027778

Tabla 32 Índice de diversidad de las especies arbustivas encontradas en el predio del proyecto

Índice de Shannon Wiener  $H' = 1.927$ . Índice de Simpson  $\lambda = 0.185$ .  $H \text{ máx.} = 2.197224577$ . Índice de equidad de Pielou  $J' = 0.876976585$ .

### Vegetación arbórea.

Asimismo, se caracterizó la vegetación arbórea en el predio del proyecto, mediante cuatro transectos de inventario de arbolado, de 50x10m, donde se anotaron la especie, la altura, el diámetro normal y la cobertura de copa; a continuación, se presentan las coordenadas y los resultados obtenidos en cada transecto.

TRANSECTO DE ARBOLES			
COORDENADAS UTM DATUM:WGS84 ZONA 16			
NOMBRE	# VERTICE	X	Y
AT1	1	467563	2257198
	2	467517	2257219
	3	467513	2257210
	4	467558	2257189

**Tabla 33** Tabla de coordenadas UTM del transecto 1 del inventario de árboles en el predio de proyecto.

Los resultados del transecto 1 de árboles se presentan a continuación.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	No.Sp.	DAP	FUSTE	ALTURA	COBERTURA
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	3	18	3	7	25
<i>Dryapetes brownii</i>	p'ih	9	10	3	6	9
<i>Gliricidia sepium</i>	sak ya'ab	12	18	5	8	25
<i>Thouinia paucidentata</i>	k'anchunub	24	10	3	6	9
<i>Piscidia piscipula</i>	ha'abin	20	17	3.5	7	16
<i>Malpighia glabra</i>	wayak'te'	17	18	5	6	16
<i>Coccoloba diversifolia</i>	bo'oy ch'iich'	6	11	2	4	1
<i>Caesalpinia violacea</i>	chakte' / chakte' viga	4	17	4	6	16
<i>Caesalpinia violacea</i>	chakte' / chakte' viga	4	10	3	5	9
<i>Talisia olivaeformis</i>	Waya / wayam	23	12	5	6	9
<i>Diospyros cuneata</i>	uchulche'	7	12	3	5	9
<i>Guettarda elliptica</i>	kibche'	13	10	2	4	9
<i>Krugiodendron ferreum</i>	chin tok' / quiebra hacha	15	16	3	7	25
<i>Manilkara achras</i>	ya' / chico zapote	18	12	2	5	9
<i>Dryapetes brownii</i>	p'ih	9	16	2	6	16
<i>Cascabella gaumeri</i>	akiits	5	11	3	6	9
<i>Manilkara achras</i>	ya' / chico zapote	18	13	2.5	5	16
<i>Psidium sartorianum</i>	Pichi' che' / guayabillo	21	13	2.5	6	16
<i>Piscidia piscipula</i>	ha'abin	20	16	2.5	5	16
<i>Dryapetes brownii</i>	p'ih	9	10	1.5	5	25
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	lu'umche'	14	15	3	5	16
<i>Manilkara achras</i>	ya' / chico zapote	18	16	2.5	5	25
<i>Diospyros cuneata</i>	uchulche'	7	11	3	6	25
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	lu'umche'	14	18	2	5	36
<i>Tabebuia chrysantha</i>	k'anlool / k'an ho'k'ab	22	14	4	7	16

<i>Bursera simaruba</i>	chakah	3	18	5	8	25
<i>Metopium brownei</i>	cheechem / chechen	19	15	6	8	25
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	lu'umche'	14	23	2.5	6	35
<i>Bursera simaruba</i>	Ckakah	3	16	3	6	16
<i>Acacia dolichostachya</i>	sak piche'	1	14	2	7	16
<i>Piscidia piscipula</i>	ha'abin	20	13	5	7	16
<i>Piscidia piscipula</i>	ha'abin	20	11	6	6	16
<i>Acacia dolichostachya</i>	sak piche'	1	10	5	7	9

**Tabla 34 Resultados del transecto 1 de inventario de arbolado en el predio del proyecto.**

TRANSECTO DE ARBOLES			
COORDENADAS UTM DATUM:WGS84 ZONA 16			
NOMBRE	# VERTICE	X	Y
AT2	5	467512	2257206
	6	467556	2257183
	7	467552	2257174
	8	467507	2257197

**Tabla 35 Tabla de coordenadas UTM del transecto 2 del inventario de árboles en el predio de proyecto.**

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DAP	FUSTE	ALTURA	COBERTURA
<i>Caesalpinia violacea</i>	chakte' / chakte' viga	14	5	7	16
<i>Lisyloa latisiliquum</i>	tsalam	13	3.5	6	25
<i>Lisyloa latisiliquum</i>	tsalam	12	5	7	12
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	12	5	7	15
<i>Cascabella gaumeri</i>	akiits	12	1.5	5	15
<i>Lisyloa latisiliquum</i>	tsalam	27	2	8	64
<i>Cascabella gaumeri</i>	akiits	13	3	6	25
<i>Piscidia piscipula</i>	ha'abin	16	5	8	30
<i>Coccoloba diversifolia</i>	bo'oy ch'iich'	16	2	6	9
<i>Psidium sartorianum</i>	Pichi' che' / guayabillo	16	5	8	64
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	23	5	8	56
<i>Talisia olivaeformis</i>	Waya / wayam	10	5	7	20
<i>Piscidia piscipula</i>	ha'abin	20	5	8	30
<i>Exothea diphylla</i>	wayam kox	12	5	6	4
<i>Exothea diphylla</i>	wayam kox	13	4.5	5	4
<i>Beaucarnea plabilis</i>	xts'ipil /despeinada	34	2	6	25
<i>Krugiodendron ferreum</i>	chin tok' / quiebra hacha	12	5	7	4
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	18	5	7	16
<i>Diospyros verae-crucis</i>	box uchulche'	14	3	5	16
<i>Coccoloba diversifolia</i>	bo'oy ch'iich'	10	4	7	16
<i>Beaucarnea plabilis</i>	xts'ipil /despeinada	29	2	6	16
<i>Piscidia piscipula</i>	ha'abin	14	2	5	9

<i>Malpighia glabra</i>	wayak'te'	10	2	4	4
<i>Coccoloba diversifolia</i>	bo'oy ch'iich'	26	1.5	6	25
<i>Coccoloba diversifolia</i>	bo'oy ch'iich'	16	3	6	16
<i>Coccoloba diversifolia</i>	bo'oy ch'iich'	21	2	6	36
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	xts'ipil /despeinada	25	2.5	6	16
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	xts'ipil /despeinada	18	4	6	9

**Tabla 36 Resultados del transecto 2 de inventario de arbolado en el predio del proyecto**

TRANSECTO DE ARBOLES			
COORDENADAS UTM DATUM:WGS84 ZONA 16			
NOMBRE	# VERTICE	X	Y
AT3	9	467497	2257172
	10	467541	2257147
	11	467536	2257138
	12	467492	2257163

**Tabla 37 Tabla de coordenadas UTM del transecto 3 del inventario de árboles en el predio de proyecto**

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DAP	FUSTE	ALTURA	COBERTURA
<i>Cascabella gaumeri</i>	akiits	10	3	5	16
<i>Caesalpinia violacea</i>	chakte' / chakte' viga	10	3	5	15
<i>Cascabella gaumeri</i>	akiits	13	2	6	15
<i>Cascabella gaumeri</i>	akiits	12	2	5	1
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	lu'umche'	20	1.5	6	15
<i>Lisyloma latisiliquum</i>	tsalam	20	3	9	40
<i>Piscidia piscipula</i>	ha'abin	25	2	9	36
<i>Trichilia glabra</i>	ch'obenche'	15	3	5	16
<i>Manilkara achras</i>	ya' / chico zapote	12	2	4	4
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	26	3	6	25
<i>Malpighia glabra</i>	wayak'te'	10	2	4	4
<i>Malpighia glabra</i>	wayak'te'	10	3	5	4
<i>Coccoloba diversifolia</i>	bo'oy ch'iich'	10	4	6	9
<i>Gliricidia sepium</i>	sak ya'ab	10	3	6	4
<i>Piscidia piscipula</i>	ha'abin	18	2.5	5	25

**Tabla 38 Resultados del transecto 3 de inventario de arbolado en el predio del proyecto**

TRANSECTO DE ARBOLES			
COORDENADAS UTM DATUM:WGS84 ZONA 16			
NOMBRE	# VERTICE	X	Y
AT4	13	467531	2257133
	14	467489	2257160
	15	467483	2257151
	16	467525	2257125

**Tabla 39** Tabla de coordenadas UTM del transecto 4 del inventario de árboles en el predio de proyecto.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DAP	FUSTE	ALTURA	COBERTURA
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	24	3	5	20
<i>Piscidia piscipula</i>	ha'abin	15	3	6	25
<i>Gliricidia sepium</i>	sak ya'ab	12	3	5	1
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	14	4	6	9
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	xts'ipil /despeinada	10	1.5	5	4
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	10	3	5	4
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	xts'ipil /despeinada	15	1.5	5	1
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	10	3	5	4
<i>Cascabella gaumeri</i>	akiits	12	2.5	5	16
<i>Krugiodendron ferreum</i>	chin tok' / quiebra hacha	10	4	5	9
<i>Acacia dolichostachya</i>	sak piche'	14	2	6	25
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	xts'ipil /despeinada	20	2.5	5	4
<i>Caesalpinia violacea</i>	chakte' / chakte' viga	16	2	6	16
<i>Acacia dolichostachya</i>	sak piche'	11	3	6	12
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	hok'ob che'	11	3	5	16
<i>Metopium brownei</i>	cheechem / chechen	10	2	5	1
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	10	5	7	9
<i>Thouinia paucidentata</i>	k'anchunub	10	5	8	6
<i>Bursera simaruba</i>	chakah	12	3	6	12

**Tabla 40** Resultados del transecto 4 de inventario de arbolado en el predio del proyecto  
**Tabla 41**

Con base en estos datos se procedió a su análisis para determinar la estructura ecológica de la comunidad y los valores de dominancia, cobertura y frecuencia de cada especie, con el objeto de establecer las especies de valor e importancia ecológica, obteniendo los siguientes resultados:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR  
ESTACIÓN DE SERVICIO Y LOCALES COMERCIALES

Nombre Científico	No de individuos	Dens. Relativa	Densidad Ind/100 m <sup>2</sup>	Area basal Cms <sup>2</sup>	Dominancia Promedio	Dominancia de especie	Dom. Relativa	Ocurrencia en Transectos	Frecuencia	Frec. Relativa	Valor de Importancia
<i>Bursera simaruba</i>	13	13.68%	0.65	2979.02	229.155	148.95	16.34%	4	1	7.41%	37.4%
<i>Piscidia piscipula</i>	10	10.53%	0.50	2247.02	224.702	112.35	12.33%	4	1	7.41%	30.3%
<i>Beaucarnea plabilis</i>	7	7.37%	0.35	2883.20	411.885	144.16	15.82%	2	0.5	3.70%	26.9%
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7	7.37%	0.35	1531.53	218.789	76.58	8.40%	3	0.75	5.56%	21.3%
<i>Cascabella gaumeri</i>	7	7.37%	0.35	778.33	111.190	38.92	4.27%	4	1	7.41%	19.0%
<i>Caesalpinia violacea</i>	5	5.26%	0.25	739.06	147.812	36.95	4.05%	4	1	7.41%	16.7%
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	4	4.21%	0.20	1160.82	290.205	58.04	6.37%	2	0.5	3.70%	14.3%
<i>Lisyloma latisiliquum</i>	4	4.21%	0.20	1132.54	283.136	56.63	6.21%	2	0.5	3.70%	14.1%
<i>Malpighia glabra</i>	4	4.21%	0.20	490.09	122.522	24.50	2.69%	3	0.75	5.56%	12.5%
<i>Gliricidia sepium</i>	3	3.16%	0.15	446.11	148.702	22.31	2.45%	3	0.75	5.56%	11.2%
<i>Manilkara achras</i>	4	4.21%	0.20	559.99	139.997	28.00	3.07%	2	0.5	3.70%	11.0%
<i>Krugiodendron ferreum</i>	3	3.16%	0.15	392.70	130.900	19.63	2.15%	3	0.75	5.56%	10.9%
<i>Acacia dolichostachya</i>	4	4.21%	0.20	481.45	120.362	24.07	2.64%	2	0.5	3.70%	10.6%
<i>Psidium sartorianum</i>	2	2.11%	0.10	333.79	166.897	16.69	1.83%	2	0.5	3.70%	7.6%
<i>Metopium brownei</i>	2	2.11%	0.10	255.25	127.627	12.76	1.40%	2	0.5	3.70%	7.2%
<i>Dryapetes brownii</i>	3	3.16%	0.15	358.14	119.381	17.91	1.96%	1	0.25	1.85%	7.0%
<i>Talisia olivaeformis</i>	2	2.11%	0.10	191.64	95.819	9.58	1.05%	2	0.5	3.70%	6.9%
<i>Thouinia paucidentata</i>	2	2.11%	0.10	157.08	78.540	7.85	0.86%	2	0.5	3.70%	6.7%
<i>Exothea diphylla</i>	2	2.11%	0.10	245.83	122.915	12.29	1.35%	1	0.25	1.85%	5.3%
<i>Diospyros cuneata</i>	2	2.11%	0.10	208.13	104.065	10.41	1.14%	1	0.25	1.85%	5.1%
<i>Trichilia glabra</i>	1	1.05%	0.05	176.71	176.715	8.84	0.97%	1	0.25	1.85%	3.9%
<i>Diospyros verae-crucis</i>	1	1.05%	0.05	153.94	153.938	7.70	0.84%	1	0.25	1.85%	3.7%
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	1.05%	0.05	153.94	153.938	7.70	0.84%	1	0.25	1.85%	3.7%
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	1.05%	0.05	95.03	95.033	4.75	0.52%	1	0.25	1.85%	3.4%
<i>Guettarda elliptica</i>	1	1.05%	0.05	78.54	78.540	3.93	0.43%	1	0.25	1.85%	3.3%
	95	100%	4.75			911.49	100%		13.5	100%	300%

Tabla 42.- Valores de importancia ecológica de las especies arbóreas encontradas en el predio del proyecto.

De acuerdo a lo observado, la comunidad arbórea está bien establecida, con especies dominantes entre las que se encuentran *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Beaucarnea pliabilis*, *Coccoloba diversifolia*, *Cascabella gaumeri*, *Caesalpinia violácea*, *Karwinskia humboldtiana*, *Lisyloma latisiliquum*, *Malpighia glabra*, *Gliricidia sepium* y *Manilkara achras*, constituyen el 214.70% de un 300% posible.

Esto es característico de una comunidad de selva mediana subperennifolia, particularmente por las especies presentes; es notoria la escasa presencia de *Manilkara achras* (zapote) lo que indica una cierta perturbación en el sitio, particularmente por la carretera Cancun – Tulum al oeste del terreno y el camino de acceso a la costa que se encuentra al norte del predio del proyecto.

Igualmente, se analizaron los índices de Diversidad de Shannon -Wiener y el de similitud de Simpson, obteniendo los siguientes resultados:

Nombre Científico	No de individuos	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Acacia dolichostachya</i>	4	0.04211	-3.1676	-0.1334	0.001773
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	7	0.07368	-2.6080	-0.1922	0.005429
<i>Bursera simaruba</i>	13	0.13684	-1.9889	-0.2722	0.018726
<i>Caesalpinia violacea</i>	5	0.05263	-2.9444	-0.1550	0.002770
<i>Cascabella gaumeri</i>	7	0.07368	-2.6080	-0.1922	0.005429
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7	0.07368	-2.6080	-0.1922	0.005429
<i>Diospyros cuneata</i>	2	0.02105	-3.8607	-0.0813	0.000443
<i>Diospyros verae-crucis</i>	1	0.01053	-4.5539	-0.0479	0.000111
<i>Dryapetes brownii</i>	3	0.03158	-3.4553	-0.1091	0.000997
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.01053	-4.5539	-0.0479	0.000111
<i>Exothea diphylla</i>	2	0.02105	-3.8607	-0.0813	0.000443
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.03158	-3.4553	-0.1091	0.000997
<i>Guettarda elliptica</i>	1	0.01053	-4.5539	-0.0479	0.000111
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	4	0.04211	-3.1676	-0.1334	0.001773
<i>Krugiodendron ferreum</i>	3	0.03158	-3.4553	-0.1091	0.000997
<i>Lisyloma latisiliquum</i>	4	0.04211	-3.1676	-0.1334	0.001773
<i>Malpighia glabra</i>	4	0.04211	-3.1676	-0.1334	0.001773
<i>Manilkara achras</i>	4	0.04211	-3.1676	-0.1334	0.001773
<i>Metopium brownei</i>	2	0.02105	-3.8607	-0.0813	0.000443
<i>Piscidia piscipula</i>	10	0.10526	-2.2513	-0.2370	0.011080
<i>Psidium sartorianum</i>	2	0.02105	-3.8607	-0.0813	0.000443
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	0.01053	-4.5539	-0.0479	0.000111
<i>Talisia olivaeformis</i>	2	0.02105	-3.8607	-0.0813	0.000443
<i>Thouinia paucidentata</i>	2	0.02105	-3.8607	-0.0813	0.000443
<i>Trichilia glabra</i>	1	0.01053	-4.5539	-0.0479	0.000111
	95			-2.9622	0.0639

Tabla 43 Índices de diversidad y de similitud de las especies arbóreas encontradas en el predio del proyecto.

Índice de Shannon Wiener  $H' = 2.962$ .

Índice de Simpson  $\lambda = 0.064$ .

$H_{max} = 3.218875825$ .

Índice de equidad de Pielou  $J' = 0.920248202$ .

El índice de diversidad observado (2.961) es relativamente bajo en comparación a otros observados en selvas medianas bien desarrolladas y con poca intervención humana.

Estos valores pueden deberse a la influencia humana en el predio, ya que las obras de infraestructura como la carretera y el camino de acceso que se encuentran aledañas al predio del proyecto.

Con base en los resultados obtenidos, y de acuerdo al REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005 (Última reforma publicada DOF 31-10-2014), en donde se establece que:

**TÍTULO PRIMERO, DE LAS DISPOSICIONES GENERALES**  
**CAPÍTULO ÚNICO**

*Artículo 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.*

*Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:*

*I. **Acahual**, vegetación secundaria nativa que surge de manera espontánea en terrenos preferentemente forestales que estuvieron bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales y que:*

*a) En selvas altas o medianas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a veinticinco centímetros, o bien, con un área basal menor a cuatro metros cuadrados por hectárea, y*

*b) En selvas bajas, cuenta con menos de quince árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a diez centímetros, o bien, con un área basal menor a dos metros cuadrados por hectárea;*

***XXXI. Selva**, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;*

En razón de que se encontraron más de 15 árboles por hectárea con un diámetro normal mayor a veinticinco centímetros, se concluye que el tipo de vegetación que se observa en el predio del proyecto corresponde a Selva mediana subperennifolia, por lo que se requiere del Cambio de uso de suelo de terrenos forestales para el desarrollo del proyecto.

En documento aparte se presenta el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el cambio de uso de suelo forestal.

## **B) Fauna.**

Se menciona que se han reportado alrededor de 750 especies de vertebrados terrestres para la Península de Yucatán. De estos, al menos 152 especies son anfibios y reptiles (herpetofauna), Lee (1996). Alrededor de 550 son aves (MacKinnon, 2017) y el restante son mamíferos (Alcérreca, *et. al.* 2009; Emmons, 1990). Se considera aquí a la fauna silvestre como el grupo de vertebrados terrestres que ocurren y reproducen libremente, de manera silvestre en la región, sin intervención humana. Sin embargo, varias de las especies de la fauna silvestre han ampliado su distribución, y también su abundancia, en seguimiento a la expansión de la huella humana, en tanto que otras han mostrado un efecto negativo conforme avanza la frontera agrícola y pecuaria.

El Plan de Conservación y manejo del Parque Nacional Tulum, con una superficie de 664.32 Ha, consigna una presencia de 309 especies de la fauna silvestre en el área conocida como el corredor Cancún-Tulum. De estos las más conspicuas son las aves. El sitio del proyecto se encuentra ubicado dentro de lo que se ha denominado como Corredor Cancún –Tulum. Compreendida en el eje sur-norte de la carretera federal 307, misma que en un tramo de su trayectoria conecta ambas poblaciones. Por lo anterior, la bibliografía temática más directa se presenta con la ubicación cercana del Parque Nacional Tulum y la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Así como de otros instrumentos de conservación relacionados, como sería la presencia de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México (AICAS), de las que la más cercana y afín se encuentra comprendida dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

De lo anterior, se tiene como representación de la fauna silvestre a los cuatro grupos taxonómicos mayores (Clase) de vertebrados terrestres: anfibios y reptiles (herpetofauna), aves y mamíferos.

El grupo de la herpetofauna a pesar de tratarse de un grupo de la fauna silvestre con relativa escasa movilidad en la mayoría de sus especies, debido al tamaño de la gran mayoría de sus organismos, resulta por sus hábitos, con mayor dificultad para su reconocimiento en campo (Aguirre-León, 2011). Esto comparado con las aves y mamíferos, animales de mayor tamaño y movilidad; pero en particular a las formas de manifestar su presencia y actividad. Las aves, en su mayoría diurnas, por sus desplazamientos sobre la vegetación produciendo con frecuencia sonidos que las hacen más visibles que cualquiera de los otros grupos. Los mamíferos ciertamente resultan sumamente difíciles de observar en campo, suelen moverse de forma silenciosa y casi siempre su observación directa se presenta como un acontecimiento fortuito y afortunado. Con mayor razón en áreas con hábitat denso en su composición vegetal. Sin embargo, la presencia de los mamíferos suele ser más frecuentemente detectada por la detección de evidencias indirectas, ya sea por huellas u otros rastros de actividad sobre, rascaderos y por la observación de excretas.

Debido al tamaño del predio (0.7 hectáreas) y a que este se encuentra en la orilla oriental en un área extensamente perturbada de la carretera federal 307 Chetumal – Puerto Juárez. En un área desarrollada turísticamente y con presencia de ranchos y asentamientos urbanos. El sitio se encuentra dentro de un predio mayor totalmente cercado con malla ciclónica con una altura aproximada de 1.75 m, con dos líneas de alambre de púas en su parte superior y llegando hasta el suelo, por lo que el paso de fauna silvestre, en particular de mamíferos de tamaño medio a grande se ve totalmente impedido. Lo que parece presentarse como algo que se presenta de manera común en la región.

### **Herpetofauna (anfibios y reptiles)**

#### **Metodología herpetofauna**

El presente apartado fue realizado por medio de una revisión bibliográfica, lo que derivó en la conformación de un listado potencial de la herpetofauna en la zona geográfica en la que se ubica el predio y mediante la realización de trabajo de campo para el levantamiento de datos,

concerniente al registro de especies de la herpetofauna presente en el predio y sus áreas aledañas.

La revisión bibliográfica permitió la elaboración de un listado potencial de especies misma que al final quedó basada en dos fuentes principales: Lee (1996, 2000), quien presenta mapas de distribución de especies para la península de Yucatán, así como localidades de colecta para cada una de ellas, en cada uno de los tres estados que la integran. De manera más específica, el listado potencial de especies se obtuvo a partir del Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Tulum (CONANP, 2007). Debido esto a que se trata del área natural protegida más cercana al sitio del proyecto y además porque ambos sitios se localizan en el mismo eje denominado “Corredor Cancún-Tulum.

Al igual que el listado potencial de especies de la herpetofauna obtenida de manera bibliográfica, la lista de especies levantada al interior y en área circundantes al predio los listados se presentan en orden taxonómico por clase, orden, familia y especie; incluyendo los nombres científicos, nombres comunes, y así como los datos sobre estatus de residencia y estatus de conservación. Empezando con los anfibios y luego con los reptiles. Se incluyen las categorías de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; los listados presentan también las determinaciones del estatus de conservación de especies emitidas por la Unión Internacional de la conservación de la Naturaleza (UICN).

Por su parte, el trabajo de campo consistió en técnicas de campo de uso corriente. De acuerdo con Aguirre-León (2011), el registro de especies estuvo basado de manera particular en la técnica de “encuentro visual”, que consiste en el registro de organismos en recorridos de distancia fija o en recorridos aleatorios en periodos de tiempo generalmente fijos. Lo anterior fue complementado con aspectos de la técnica de campo descrita como de “colecta oportunista”, que consistió básicamente para este caso, en la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día.

Estas técnicas se utilizaron debido a que permiten una recolección de datos para las condiciones de un estudio en que se tiene que priorizar el tiempo, costo y requerimiento de personal. Así, las técnicas consignadas consisten en la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día y que incluyó una búsqueda nocturna, que también se asimila a esta técnica de campo. Las técnicas descritas se encontraron como las más adecuadas en términos de las características del hábitat (Aguirre-León, 2011), lo que incluye el tamaño reducido del predio (0.7Ha). Durante el trabajo de campo se realizó la búsqueda de anfibios y reptiles debajo de piedras, troncos, grietas y cortezas. Así como entre las raíces, troncos y en las bases de áreas con vegetación densa.

El tamaño de la muestra se determinó mediante la definición de recorridos por toda el área del predio, a lo largo y ancho. En el sitio un hato de siete borregos pastorea libremente, por lo que se puede transitar en su totalidad prácticamente sin dificultad. Las rutas de los recorridos incluyeron el recorrer los bordes y el interior del predio y se complementaron con dos caminatas a lo largo del predio (100m) incluyendo tanto brechas y senderos ya presentes, como el desplazamiento fuera de estos. Lo que comprendió una ruta aproximada de un kilómetro de longitud con una duración aproximada de tres horas.

Con el fin de poder comparar los datos obtenidos en el interior del predio con una muestra en el exterior, se efectuaron caminatas en un sitio al sur del predio, en el cual se observa una continuidad de hábitat al presente en el sitio del proyecto, actualmente. Así mismo se efectuaron recorridos al este del predio, en el área con vegetación herbácea, acondicionada como potrero para el ganado ovino arriba mencionado. Así, de esta manera se obtuvieron los datos de campo

del sitio del proyecto, de un área contigua similar respecto al hábitat (arbóreo) y, un área aledaña con el hábitat totalmente transformado (herbáceo).

A continuación, se presentan las coordenadas UTM del recorrido para identificación de fauna.

COORDENADAS UTM DATUM:WGS 84		
#	X	Y
1	467522	2257227
2	467476	2257139
3	467494	2257130
4	467541	2257219
5	467559	2257210
6	467512	2257121
7	467530	2257113
8	467577	2257201
9	467595	2257192
10	467548	2257104
11	467566	2257095
12	467613	2257184
13	467631	2257175
14	467584	2257087
15	467602	2257078
16	467656	2257180
17	467533	2257246

**Tabla 44, Coordenadas UTM del recorrido para identificación de fauna en el sitio del proyecto.**

**Especies potencialmente presentes.**

El listado potencial de especies muestra la presencia probable de al menos algunas a varias de las especies enlistadas en el Programa de Manejo del Parque Nacional de Tulum, en donde se menciona que ...” Los anfibios presentes incluyen a diversas especies de ranas acuáticas, arborícolas y terrestres, principalmente *Hyla microcephala*, *Phrynohyas venulosa*, *Scinax staufferi*, *Smilisca baudinii* e *Hypopachus variolosus*. ECOSUR-CONANP, (2007) registró 15 especies de anfibios como potenciales para el Parque nacional, 10 especies confirmaron su presencia, de las cuales algunas fueron encontradas en el muestreo rápido” (p 17).

Así mismo, el documento rector del parque nacional consigna que:

“Los reptiles están representados, particularmente, por lagartijas, iguanas grises (*Ctenosaura similis*) e iguanas verdes (*Iguana iguana*). Algunos trabajadores y habitantes del lugar reportan la presencia del crótalo cuatro narices (*Bothrops* sp.) y de la boa (*Boa constrictor*). La herpetofauna encontrada en el Parque (ECOSUR-CONANP, 2007), de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 y a la IUCN, presenta gran relevancia ya que más del 50% de sus especies se encuentran en alguna de las categorías de conservación (ANEXO C y D). La lista de la IUCN considera a 43 especies, de éstas destaca la presencia de las tortugas marinas por su estatus en Peligro de extinción. En el caso de la NOM, 30 especies se encuentran consideradas en algún estatus de protección. Además de las tortugas marinas destaca también la presencia de 15 especies endémicas a México o la Península de Yucatán, sobre todo *Symphimus mayae* y *Porthidium yucatanicum*, las cuales sólo se distribuyen en la porción norte de la misma y *Craugastor*

*yucatanenses* endémico solamente al centro de Quintana Roo y sureste de Yucatán” (PCM Parque Nacional Tulum. Pág. 18).

Por otra parte, respecto a la herpetofauna, anfibios y reptiles, se tiene que para la porción centro-norte peninsular Lee (1996), reporta una ocurrencia de al menos 65 especies. De estas se tienen 14 especies de anfibios, así como de 51 especies de reptiles en una amplia área de la porción centro - norte de la península, de las que cinco son gecónidos, diez lacértidos y alrededor de treinta son serpientes (Lee, 1996,2000). Para la conformación de la lista Potencial de Herpetofauna con ocurrencia probable en el área del sitio del proyecto, se tomó como referencia los listados publicados en el Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional de Tulum, complementado por el trabajo de Lee (1996).

Lista potencial de la herpetofauna (anfibios y reptiles)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	IUCN	END
CLASE ANFIBIA				
Orden CAUDATA	Salamandras			
Familia Plethodontidae				
<i>Bolitoglossa yucatanana</i>		Pr	LC	SI
Orden ANURA				
familia Rhinophrynidae				
<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Uo, sapo			
Familia Leptodactylidae				
<i>Eleutherodactylus yucatanensis</i>	ranita ladrona			SI
<i>Leptodactylus labialis</i>	Ranita hojarasca		LC	
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca		LC	
Familia Bufonidae				
<i>Rhinella horribilis</i>	<i>Much</i> , sapo gigante		LC	
<i>Incilius valliceps</i>	<i>Much</i> , sapo valliceps		LC	
Familia Hylidae				
<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana arbórea ojos rojos		LC	
<i>Tlalocohyla loquax</i>	Rana arbórea locuaz		LC	
<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana arbórea amarilla		LC	
<i>Tlalocohyla picta</i>	Ranita grillo		LC	
<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana lechosa		LC	
<i>Scinax staufferi</i>	ranita arborícola		LC	
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arbórea		LC	
<i>Triprion petasatus</i>	Rana arborícola yucateca	Pr	LC	
Familia Microhylidae				
<i>Hypopachus variolosus</i>	<i>Chacmuch</i>		LC	
Familia Ranidae				
<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo	Pr		SI
CLASE REPTILIA				
Orden Crocodylia				
Familia Crocodylidae				
<i>Crocodylus moreletti</i>	Cocodrilo de pantano	Pr	LC	

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	IUCN	END
Orden TESTUDINES				
Familia Kinosternidae				
<i>Kinosternon creaseri</i>	Casquito		LC	
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Casquito	Pr	NT	
Familia Emydidae				
<i>Rhinochlemys areolata</i>	Chakpool, mojina	A	NT	
<i>Trachemys venusta</i>	Tortuga de Guadalupe			
Orden SQUAMATA				
Suborden Sauria	Lagartijas			
Familia Eublepharidae				
<i>Coleonyx elegans</i>		A	LC	
Familia Gekkonidae	Cuijas, tiracolas			
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>		Pr	LC	
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Gecko casero		LC	
<i>Phyllodactylus tuberculatus</i>			LC	
<i>Thecadactylus rapicauda</i>		Pr	LC	
Familia Corytophanidae			LC	
<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok, basilisco		LC	
<i>Laemanctus longipes</i>	Tolok	Pr	LC	
<i>Laemanctus serratus</i>		Pr	LC	
Familia Iguanidae				
<i>Ctenosaura similis</i>	Huh, Iguana rayada	A	LC	
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr	LC	
Familia Phrynosomatidae	<i>Merech</i> , Lagartija escamosa			
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa		LC	SI
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa cozumel	Pr	LC	SI
Familia Polichrotidae				
<i>Norops lemurinus</i>	Xtulub		LC	
<i>Norops rodriguezii</i>	Anolis fantasma			
<i>Norops sagrei</i>	Anolis café			
<i>Norops sericeus</i>	Anolis sericeo			
<i>Norops tropidunotus</i>	Anolis			
Familia Scincidae				
<i>Mesoscincus schwartzei</i>			LC	
<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Elizón listado		LC	
<i>Mabuya unimarginata</i>	Bek'ech		LC	
Familia Teiidae				
<i>Holcosus undulatus</i>	Kankalás		LC	SI
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico rayado		LC	
Suborden Serpentes				
Familia Typhlopidae				
<i>Amerotyphlops microstomus</i>	culebra ciega yucateca		LC	
Familia Boidae				
<i>Boa imperator</i>	Oxkan, boa	A	LC	
Familia Colubridae				
<i>Coniophanes bipunctatus</i>	Culebra rayada		LC	

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	IUCN	END
<i>Coniophanes imperialis</i>			LC	
<i>Coniophanes meridanus</i>	Xulub-can		LC	SI
<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra negrolineada		LC	
<i>Coniophanes schmidti</i>			LC	SI
<i>Conophis lineatus</i>			LC	
<i>Dipsas brevifacies</i>	Chupacaracoles	Pr	LC	
<i>Drymarchon melanurus</i>	<i>Ek'oneil</i> , arroyera		LC	
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	<i>Lagartijera</i>		LC	
<i>Drymobius margaritiferus</i>	Petatilla		LC	
<i>Ficimia publia</i>			LC	
<i>Pseudelaphe flavirufa</i>	<i>Chuk chok</i>		LC	
<i>Imantodes cenchoa</i>		Pr	LC	
<i>Imantodes gemmistratus</i>		Pr	LC	
<i>Imantodes tenuissimus</i>		Pr	LC	SI
<i>Lampropeltis triangulum</i>		A	LC	
<i>Leptodeira frenata</i>	<i>Chak-kokob</i>		LC	
<i>Leptodeira septentrionalis</i>			LC	
<i>Leptophis ahaetulla</i>		A		
<i>Leptophis mexicanus</i>	<i>K'ok'okan</i>	A	LC	
<i>Masticophis metovarius</i>	Chirrionera, sabanera		LC	
<i>Ninia sebae</i>	<i>Chak-ib-kan</i>		LC	
<i>Oxybelis aeneus</i>	<i>xtab-choyil</i>		LC	
<i>Oxybelis fulgidus</i>			LC	
<i>Pliosercus elapoides</i>	<i>falsa coral</i>		LC	
<i>Pseustes poecilonotus</i>				
<i>Senticolis triapsis</i>				
<i>Sibon fasciata</i>				
<i>Sibon nebulata</i>				
<i>Sibon sanniolus</i>			LC	
<i>Sibon sartorii</i>				
<i>Spilotes pullatus</i>				
<i>Stenorrhina freminvillei</i>	<i>Sikil-kan</i>		LC	
<i>Symphimus mayae</i>	Culebra maya	Pr	LC	SI
<i>Tantilla cuniculator</i>		Pr	LC	SI
<i>Tantilla moesta</i>			LC	
<i>Tantillita canula</i>	Culebra cola corta		LC	SI
<i>Thamnophis proximus</i>		A	LC	
<i>Urotheca elapoides</i>				
Familia Elapidae				
<i>Micrurus diastema</i>	<i>Kalam</i> , coralillo	Pr	LC	
Familia Viperidae				
<i>Crotalus tzabcan</i>	Cascabel tropical	Pr	LC	SI
<i>Porthidium yucatanicum</i>	nauyaca yucateca	Pr	LC	SI

**Tabla 45 Lista potencial de la herpetofauna (anfibios y reptiles) en el parque nacional Tulum.**

Se reitera que el listado potencial presentado únicamente da una idea de las especies con ocurrencia probable en el sitio del proyecto y de las que solamente algunas podrían estar presentes en el sitio de estudio. Esto debido a las dimensiones del mismo. El Parque nacional

tiene una superficie de más de 600 Ha, e incluye ambientes tipo distintos a los encontrados en el predio, como serían todos los relacionados con la franja marina y los manglares. El tamaño del predio apenas comprende poco más del 0.1% (0.7Ha) del tamaño del Parque Nacional.

CLASE	ORDENES	ESPECIES	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDÉMICAS
Amphibia	Caudata	1	1	1
	Anura	16	2	2
	Crocodylia	1	1	0
Reptilia	Testudines	4	2	0
	Squamata	66	22	11
	TOTAL	88	28	14

**Tabla 46 Número de especies de la herpetofauna con distribución potencial en la zona de Tulum y Akumal, dentro del corredor Cancún –Tulum:**

### Resultados herpetofauna

#### Riqueza de especies

Para la herpetofauna del predio durante el trabajo de campo se obtuvo un total de nueve especies (10.2% de lo obtenido para el listado potencial). De estas, dos fueron anfibios y siete reptiles. Se distribuyen en ocho familias y dos órdenes, como se presenta en la siguiente tabla.

CLASE	ORDENES	ESPECIES	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDÉMICAS
Amphibia	Caudata	0	0	0
	Anura	2	0	0
	Crocodylia	0	0	0
Reptilia	Testudines	0	0	0
	Squamata	7	3	2
	TOTAL	9	3	2

**Tabla 47 Riqueza de especies de herpetofauna en la zona del proyecto.**

#### Lista de herpetofauna con registro en el predio y sitios aledaños

El listado siguiente presenta las especies registradas en el predio y áreas aledañas por categorías de taxa, estatus de conservación según la Norma Oficial Mexicana correspondiente y por la UICN, así como la condición de endemismo de algunas especies.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM	UICN	ENDEMICO
Orden ANURA				
Familia Bufonidae	Sapos			
<i>Incilius valliceps</i>	Much, sapo valliceps			
Familia Hylidae				
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arbórea			
CLASE REPTILIA				
Orden SQUAMATA				
Suborden Sauria	Lagartijas			
Familia Gekkonidae				
<i>Hemidactylus turcicus</i>	Cuija, tiracolas			

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM	UICN	ENDEMICO
Familia Corytophanidae				
<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok, Basilisco			
Familia Phrynosomatidae				
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa Cozumel	Pr		SI
Familia Iguanidae				
<i>Ctenosaura similis</i>	Huh, Iguana rayada	A		
Familia Polichrotidae				
<i>Norops lemuringus</i>	Xtulub			SI
Familia Scincidae				
<i>Mabuya unimarginata</i>	Bek'ech			
Suborden Serpentes				
Familia Colubridae				
<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera bronceada	A		

Tabla 48 listado de las especies registradas en el predio y áreas aledañas por categorías de taxa.

ESPECIE	DENTRO	REPLICA	BORDE/HERBÁCEO	TOTAL
<i>Incilius valliceps</i>		1		1
<i>Smilisca baudinii</i>			1	1
<i>Hemidactylus turcicus</i>			1	1
<i>Basiliscus vittatus</i>	1			1
<i>Sceloporus cozumelae</i>	2	1	1	4
<i>Ctenosaura similis</i>			3	3
<i>Norops lemuringus</i>	1			1
<i>Mabuya unimarginata</i>			1	1
<i>Leptophis mexicanus</i>			1	1
	4 (3 spp)	2 (2 spp)	8 (6 spp)	14 (9 spp)

Tabla 49 Registro de especies e individuos dentro del predio y áreas aledañas:

Del cuadro anterior se observa que el mayor número de especies y organismos se encontró en el área del borde de la selva y el área tumbada con predominancia de vegetación herbácea y escasos elementos arbustivos. Se considera que los resultados anteriores se hayan relacionados con la variedad de hábitat en el sitio de vegetación mixta. Así mismo a que la observación de organismos resulta con menor dificultad en los espacios abiertos que en el interior de la masa arbórea, en que se encuentra el predio inmerso. Por otra parte, el tamaño del área del predio del proyecto, e incluidas las áreas aledañas en mención, limitan de manera determinante la ocurrencia de especies y la abundancia de los organismos.

Del listado anterior, puede verse que los anfibios y reptiles se encuentran escasamente representados en cuanto al número de especies. Lo que presuntamente tiene que ver con el tamaño del predio, así como con la dificultad para registrar estos grupos de la fauna silvestre que, debido a su tamaño pequeño y a que la mayoría suelen ser nocturnos y que requieren de una alta intensidad del trabajo de campo, no resultan compatibles para estudios como el que se requiere en el presente caso. Habría que requerirse al menos un ciclo que abarque la temporada de lluvias.

La visita de campo se dio durante la misma y se observaron varios encharcamientos dentro del predio. Sin embargo, no se observó actividad de anfibios con presencia larvas o de huevecillos.

Los resultados dan cuenta del registro de la mayoría de estas especies consideradas como comunes (Lee,1996) en sus áreas de distribución dentro de la península de Yucatán y que se presentan en una alta variedad de ambientes.



Imagen de *Leptophis mexicanus*. (Ranera bronceada), especie bajo Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Especies en la NOM-057-SEMARNAT-2010.

En cuanto a los estatus de conservación, se tiene que tres especies se encuentra dentro de la Norma Oficial correspondiente, NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que dos de ellas son consideradas como endémicas a la península de Yucatán y áreas adyacentes en Centroamérica.

Estas especies son la iguana rayada y la serpiente ranera bronceada, ambas consignadas como especies Amenazadas y la lagartija espinosa de Cozumel, que se encuentra bajo Protección especial al tiempo que se trata de una especie endémica y la otra especie endémica es el *Xtulub* (*Norops lemurinus*).

Debido a las dificultades inmanentes al trabajo de campo con este grupo de especies, y a su relativa escasa movilidad de su mayoría (en particular los anfibios y algunas serpientes), se considera que este grupo debiera contemplarse de interés para el plan de rescate de fauna. Por lo que se presenta incluido como prioritario en el apartado correspondiente al tema. Se comenta que debido a que los encuentros con miembros de la mayoría de estas especies suelen ser escasos y fortuitos, sería deseable que los individuos fueran, en la medida de lo posible, recolectados, medidos y marcados para posteriormente ser liberados dentro del mismo hábitat a una distancia razonable (por ejemplo, no menos de 300m del predio), marcando las coordenadas del sitio para su posterior intento de monitoreo. De otra manera, si los individuos que pueden ser capturados no se colectan, por experiencia de campo, resultará muy difícil volver a encontrarlos durante la ejecución de un plan de rescate de la fauna en el sitio.

Índices de diversidad de especies Shannon-Wiener (H)

A continuación, se presenta un ejercicio en el cual se ha intentado calcular índices de diversidad de especies en el área y para grupo taxonómico. Se ha encontrado que en apariencia los sitios perturbados presentan una mayor diversidad que las selvas, lo que se considera se debe a que presentan una mayor amplitud de hábitat y en el caso del sitio de estudio, la continuidad de la superficie selváticas todavía se ve disminuida de manera limitada, por lo que este tipo de hábitat continua al presente prevaleciendo en el área y esto hace que varias especies sensibles se encuentren todavía representadas en el área.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOM	ABUNDANCIA ABSOLUTA	INDICE DE BIODIVERSIDAD (H)
<i>Incilius valliceps</i>		1	0.189
<i>Smilisca baudinii</i>		1	0.189
<i>Hemidactylus turcicus</i>		1	0.189
<i>Basiliscus vittatus</i>		1	0.189
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Pr	4	0.358
<i>Ctenosaura similis</i>	A	3	0.330
<i>Norops lemurinus</i>		1	0.189
<i>Mabuya unimarginata</i>		1	0.189
<i>Leptophis mexicanus</i>	A	1	0.189
TOTAL		14	2.008

**Tabla 50 Índice de Diversidad de Shannon Wiener de la herpetofauna encontrada en la zona del proyecto.**

Con relación al índice de diversidad utilizado, índice de Shannon-Wiener, se comenta que este índice se basa en el supuesto de que se conoce la totalidad de la población, especies y número de individuos, lo cual claramente no se cumple en los resultados presentes. Esto se debe al esfuerzo o tamaño de muestreo, ya que, como ha sido mencionado, para el caso de la fauna silvestre, un diseño metodológico con limitaciones tan marcadas en tiempo.

Debido a que el registro de fauna es requiere de técnicas de campo específicas a cada grupo, y a que se depende de la estacionalidad del año, secas y lluvias y presencia de organismos migratorios; también de la hora del día y condiciones ambientales, además de la experiencia de campo de los responsables de la obtención de los datos, hace que se requiera de amplios periodos de tiempo (se considera debiera contarse con al menos un ciclo anual) para obtener datos fidedignos para un análisis más allá que el ámbito de la riqueza y algunos estimadores de abundancia de las especies.

**Conclusiones herpetofauna:**

El inventario de especies de herpetofauna en general para la región península de Yucatán y en particular para las selvas medianas, puede ser algo costoso en tiempo y actividades, debiéndose ocupar de ello al mediano y largo plazo. Esto debido a las dificultades de localizar los organismos que en su mayoría son de tamaño pequeños y de hábitos nocturnos o crepusculares. Además, que la mayoría no dejan rastros de su presencia y actividad, como sería el caso de los mamíferos con diversas manifestaciones de su presencia o incluso como las aves, que construyen nidos sobre la vegetación.

El trabajo de campo realizado permitió conocer acerca de la presencia de organismos de este grupo. Se considera que se trata de especies más comunes y con poblaciones bien representadas en la mayor parte de su área de distribución. Sin embargo, la realización de un plan de rescate de fauna silvestre del predio, permitiría, siendo bastante exhaustivo, conocer con más certeza acerca de la riqueza y abundancia de la herpetofauna en el sitio del proyecto y zonas circundantes.

El listado de especies de la herpetofauna obtenido para el sitio aparece como poco representado, en comparación con el listado potencial obtenido de especies para este trabajo. Lo cual resulta comprensible y esperado debido, de manera principal, al tamaño del predio y así mismo por la presencia de actividades humanas dentro y en toda la zona de este corredor, desarrollado para el turismo masivo de playas y cenotes. El tamaño del predio y al encontrarse limitado en tres de sus cuatro lados por cambios de uso del suelo representados por la autopista federal 307 al oriente; el acceso a un desarrollo turístico-hotelerero al norte y el uso de ganadería ovina al poniente, así como las evidencias de anteriores quemas a lo largo y ancho del predio, son causales de cambios en la presencia de fauna silvestre en el sitio.

Lo anterior, con referencia al tamaño del predio y resultados del trabajo de campo, se tiene que el hábitat presente se encuentra relacionado con la ocurrencia de un número reducido de organismos y, por ende, de una presencia escasa de especies y organismos. Por lo que la remoción de hábitat de la herpetofauna in situ no puede ser determinante para afectar las poblaciones de anfibios y reptiles de la zona inmediata aledaña y menos aún de la biodiversidad regional. Los registros muestran que las especies con más conteos, como son la iguana gris, la lagartija de Cozumel ocupa rápidamente los hábitat perturbados o modificados a áreas abiertas con vegetación herbácea.

### Recomendaciones

Se considera que el rescate de organismos de la herpetofauna presente en el sitio puede contar con un énfasis en ahuyentar organismos, previo a la realización de obras. Con excepción de las serpientes, los representantes registrados de este grupo de la fauna silvestre podrán permanecer en los alrededores de la gasolinera. Dentro de las áreas verdes. Se comenta la inclusión de sitios para permanencia de las iguanas, con la colocación de montículos de rocas donde podrán permanecer de manera segura.



*Ctenosaura similis*. Iguana rayada. Especie Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### **Avifauna.**

De acuerdo con el Programa de Conservación y Manejo, el Parque Nacional Tulum funciona como sitio de paso para gran cantidad de aves migratorias terrestres que se dirigen hacia la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y otras áreas más sureñas y de regreso al norte, provenientes de sus sitios de reproducción en Estados Unidos y Canadá. Además, se considera que la zona de la Península de Yucatán es la segunda en abundancia de especies confinadas (no migratorias), por lo que el grupo de las aves es el más rico y notable en el Parque, con especies propias de selvas medianas y bajas, así como especies vadeadoras que encuentran en los humedales un área propicia. Entre las especies de selva más frecuentes están los pericos (*Amazona spp.*). En campo se registraron 3 especies en alguna categoría de protección (ECOSUR-CONANP, 2007): *Aratinga nana* (Pr); *Amazona xantholora* (Pr) y *Ramphastos sulfuratus* (A).

Se ha reportado la presencia de 543 especies para la totalidad de la península de Yucatán (MacKinnon, 2005. Citado en Chablé y Pasos, 2010).

### **Metodología para el registro de la avifauna.**

Debido al tamaño pequeño del predio las técnicas de campo fueron las utilizadas dentro de los mismos recorridos para el resto de la fauna silvestre, que consistieron en caminatas marcadamente lentas dentro del predio. Las técnicas de líneas de conteo estuvieron basadas en datos obtenidos de transectos de franja con una distancia de 25 m para cada lado de las mismas. Lo que consistió en caminar lentamente, haciendo paradas de manera frecuente, y registrando todos los organismos vistos o escuchados, tanto dentro de los límites establecidos, como fuera. Esto último con el fin de enriquecer la lista de especies obtenida de manera principal de los transectos.

Así, las técnicas de transectos de bandas o transectos de franja y transecto de distancias de las aves al mismo, son técnicas de uso corriente en el estudio de las aves (Gallina y López-González, 2011); Bibby, *et. al.* 1991). El método seleccionado cuenta como requisito que el personal de campo tenga amplia experiencia y conocimiento de la avifauna regional. Se menciona que el responsable de campo cuenta con una experiencia de 36 años de trabajo de campo en prácticamente la mayoría de los ambientes a lo largo y ancho de la península.

En la Figura 6 se muestra el área del predio y los recorridos para el registro de las aves. Las coordenadas geográficas de los recorridos para la obtención de los datos de campo, se presentan en el cuadro de construcción de la propia figura.

### **Listado potencial de aves.**

El listado potencial de especies de aves aquí presentado, se encuentra basado de manera principal el Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Tulum. Área natural protegida más cercana al sitio del proyecto y donde ambos se encuentran ubicados en el llamado corredor Cancún-Tulum. Así mismo se efectuaron revisiones en Howell y Webb (1995), y en McKinnon (2017). Esto debido de manera principal a que estos autores presentan mapas de distribución de especies, contemplando la totalidad de la superficie de la península de Yucatán. Estos autores consignan también estimaciones cualitativas de abundancias de las aves, así como la residencia de las mismas de acuerdo a si son especies que se reproducen localmente (residencia permanente), o se presentan como aves migratorias y/o transeúntes o si se trata de registros de presencia ocasional, según sea el caso. La lista está basada en la lista de Aves de México, especies y nombres comunes (Berlanga, H. *et. al.*, 2015), de la cual se conserva y transcribe el formato original.

Listado potencial de la avifauna en el sitio del proyecto, obtenido a partir del Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Tulum), así como de otras fuentes mencionadas en el apartado de *metodologías*:

ORDEN / NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA /NOMBRE ESPAÑOL	RESIDENCIA	NOM-059	UICN	END/EX
Galliformes	Cracidae				
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental	R		LC	
<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	R	A	VU	
Galliformes	Phasianidae				
<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote Ocelado	R	A	NT	CE
Accipitriformes	Cathartidae				
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	R		LC	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	R		LC	
Accipitriformes	Accipitridae				
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	R		LC	
Columbiformes	Columbidae				
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma Morada	R		LC	
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	R		LC	
Cuculiformes	Cuculidae				
<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo	R		LC	
<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo Manglero	R		LC	
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	R		LC	
Strigiformes	Strigidae				
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajero	R		LC	
<i>Ciccaba virgata</i>	Búho Café	R		LC	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae				
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	R		LC	
Apodiformes	Trochilidae				
<i>Amazilia candida</i>	Colibrí Cándido	R,MI		LC	
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Vientre Canelo	R		LC	CE
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canelo	R		LC	
Trogoniformes	Trogonidae				
<i>Trogon melanocephalus</i>	Coa Cabeza Negra	R		LC	
Coraciiformes	Momotidae				
<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto Cejas Azules	R		LC	
Piciformes	Ramphastidae				
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo Collarejo	R	Pr	LC	
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán Pico Canoa	R	A	LC	
Piciformes	Picidae				

ORDEN / NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA /NOMBRE ESPAÑOL	RESIDENCIA	NOM-059	UICN	END/EX
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero Yucateco	R		LC	CE
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	R		LC	
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado	R		LC	
Psittaciformes	Psittacidae				
<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio	R	Pr	LC	
<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	R	Pr	LC	
<i>Amazona xantholora</i>	Loro Yucateco	R	A	LC	CE
<i>Amazona autumnalis</i>	Loro Cachetes Amarillos	R	Pr	LC	
Passeriformes	Furnariidae				
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos Cabeza Gris	R		LC	
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos Bigotudo	R		LC	
Passeriformes	Tyrannidae				
<i>Attila spadiceus</i>	Mosquero Atila	R		LC	
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas Yucateco	R		LC	CE
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	R		LC	
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	R		LC	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	R		LC	
Passeriformes	Tityridae				
<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Puerquito	R		LC	
Passeriformes	Vireonidae				
<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojos Blancos	MI		LC	
<i>Vireo pallens</i>	Vireo Manglero	R	Pr	LC	
<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojos Rojos	T		LC	
<i>Vireo magister</i>	Vireo Yucateco	R		LC	CE
Passeriformes	Corvidae				
<i>Psilorhinus morio</i>	Chara Pea	R		LC	
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara Verde	R		LC	
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca	R		LC	CE
Passeriformes	Hirundinidae				
<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina Manglera	R		LC	
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	T		LC	
Passeriformes	Troglodytidae				
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared Moteado	R		LC	
Passeriformes	Turdidae				
<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	R		LC	

ORDEN / NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA /NOMBRE ESPAÑOL	RESIDENCIA	NOM-059	UICN	END/EX
Passeriformes	Mimidae				
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauñador Negro	R	Pr	NT	CE
<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauñador Gris	MI		LC	
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle Tropical	R		LC	
Passeriformes	Parulidae				
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	MI		LC	
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador	MI		LC	
<i>Setophaga citrina</i>	Chipe Encapuchado	MI		LC	
<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito Migratorio	MI		LC	
<i>Setophaga americana</i>	Chipe Pecho Manchado	MI		LC	
<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de Magnolias	MI		LC	
<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe Playero	MI		LC	
<i>Setophaga peregrina</i>	Chipe peregrino	MI		LC	
<i>Setophaga dominica</i>	Chipe Garganta Amarilla	MI		LC	
<i>Setophaga erithachorides</i>	Chipe manglero	R		LC	
Passeriformes	Thraupidae				
<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabeza Negra	R		LC	
Passeriformes	Cardinalidae				
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo	R		LC	
<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín Azulnegro	R		LC	
<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	MI	Pr	NT	
<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azulejo	MI		LC	
Passeriformes	Icteridae				
<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	R		LC	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	R		LC	
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	R,MV		LC	
<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	R		LC	SE
<i>Icterus chrysater</i>	Calandria Dorso Amarillo	R		LC	
<i>Icterus mesomelas</i>	Calandria Cola Amarilla	R		LC	
<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	R		LC	

**Tabla 51 Listado potencial de la avifauna en el sitio del proyecto, obtenido a partir del Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Tulum.**

Residencia: R = Residente; MI = Migratoria (o residente) de Invierno y MV = Migratoria de verano (se reproduce en el área). NOM = Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: P = en Peligro de extinción; A = Amenazada; Pr = bajo protección especial; Endémicos: CE = Cuasiendémico; SE = Semiendémico (Berlanga,H. et.,al, 2015).

Resumen del número de especies de la avifauna con distribución potencial en el área geográfica donde se ubica el sitio del proyecto:

ORDENES	FAMILIAS	ESPECIES	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMICOS
Galliformes	2	3	2(A)	1(CE)
Accipitriformes	2	3		
Columbiformes	1	2		
Cuculiformes	1	3		
Strigiformes	1	2		
Caprimulgiformes	1	1		
Apodiformes	1	3		1(CE)
Trogoniformes	1	1		
Coraciiformes	1	1		
Piciformes	2	5	2(1A,1Pr)	1(CE)
Psittaciformes	1	4	4(1A,3Pr)	1(CE)
Passeriformes	13	44	3 (Pr)	5(4CE,1SE)
TOTALES / 11	28	72	11(4A; 7Pr)	9(8CE,1SE)

**Tabla 52 Resumen del número de especies de la avifauna con distribución potencial en el área geográfica donde se ubica el sitio del proyecto:**

El cuadro anterior muestra el listado potencial de aves terrestres para el área en que se encuentra ubicado el sitio del proyecto. De acuerdo con el Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Tulum (2007), en el predio del proyecto podrían ocurrir algunas de las 72 especies de aves obtenidas para este listado potencial. Mismas que se encuentran distribuidas en 28 familias y 11 Ordenes. De estas especies, se tiene que 11 se consideran en problemas de conservación, de las que cuatro se encuentran en la categoría de especies Amenazadas y siete bajo Protección especies.

De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. También se tiene que ocho de estas especies son consideradas como especies cuasi endémicas y una como semi endémica.

### Resultados de aves.

Para este reporte, se consideró el registro de todas las aves con presencia en el área durante el trabajo de campo. Incluidas tanto las que estuvieron dentro del predio como en las áreas circundantes de selvas y áreas abiertas con vegetación herbácea que colinda con el borde de la vegetación en el sitio del proyecto.

De las aves, se tuvo una riqueza de 22 especies (30.6% de la lista potencial aquí considerada), siendo en su mayoría especies que se distribuyen en la mayor parte de la península, ocupando hábitat mixto de selvas, bordes y áreas arbustivas y herbáceas en ambientes transformados principalmente por la actividad humana. Se trata del grupo más numeroso en el registro de especies de la fauna silvestre y esto debido a que se trata en su mayoría de especies diurnas que se encontraron claramente activas, varias de ellas todavía con cantos de cortejo, durante la mayor parte del trabajo de campo.

Así, las 22 especies de aves registradas en el predio, se distribuyen en 15 familias y 9 órdenes. Se debe considerar que debido a la época del año en que se realizó el trabajo de campo, se tuvo registro de especies migratorias. Del total de especies obtenidas, únicamente dos se encuentran

consignadas en la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010; El perico pecho sucio, el víreo manglero y el maullador negro. Los tres bajo la categoría de Protección especial (Pr). Tres especies son consideradas como cuasiendémicas.

A continuación, se presenta la lista de aves obtenida para el presente estudio como resultado del trabajo de campo.

Orden /Nombre científico	Familia /Nombre español	Residencia	NOM-059	UICN	END
Galliformes	Cracidae				
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental	R		LC	
Accipitriformes	Cathartidae				
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	R		LC	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	R		LC	
Columbiformes	Columbidae				
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	R		LC	
Cuculiformes	Cuculidae				
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	R		LC	
Strigiformes	Strigidae				
<i>Glauclidium brasilianum</i>	Tecolote Bajero	R		LC	
Apodiformes	Trochilidae				
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Vientre Canelo	R		LC	CE
Piciformes	Picidae				
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	R		LC	
Psittaciformes	Psittacidae				
<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio	R	Pr	LC	
Passeriformes	Tyrannidae				
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	R		LC	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	R		LC	
Passeriformes	Vireonidae				
<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojos Blancos	R		LC	
<i>Vireo pallens</i>	Vireo Manglero	R	Pr	LC	
Passeriformes	Corvidae				
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca	R		LC	CE
Passeriformes	Troglodytidae				
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared Moteado	R		LC	
Passeriformes	Mimidae				
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Maullador Negro	R	Pr	NT	CE
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle Tropical	R		LC	
Passeriformes	Parulidae				
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	MI		LC	
<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito Migratorio	MI		LC	
<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de Magnolias	MI		LC	
<i>Oreothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino	MI		LC	

Orden /Nombre científico	Familia /Nombre español	Residencia	NOM-059	UICN	END
Passeriformes	Icteridae				
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	R		LC	
<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	R		LC	

**Tabla 53 Lista de especies de aves con registro dentro del predio y áreas adyacentes.**

Resumen del número de especies de la avifauna con registro en el sitio del proyecto y áreas aledañas:

ORDENES	FAMILIAS	ESPECIES	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDEMICOS
Galliformes	1	1		
Accipitriformes	1	2		
Columbiformes	1	1		
Cuculiformes	1	1		
Strigiformes	1	1		
Apodiformes	1	1		1(CE)
Piciformes	1	1		
Psittaciformes	1	1	1(Pr)	
Passeriformes	7	13	2(Pr)	2(CE)
TOTALES/ 9	15	22	3(Pr)	3(CE)

**Tabla 54 Resumen del número de especies de la avifauna con registro en el sitio del proyecto y áreas aledañas.**



*Melanoptila glabrirostris*. Pájaro maullador negro. Ave bajo Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

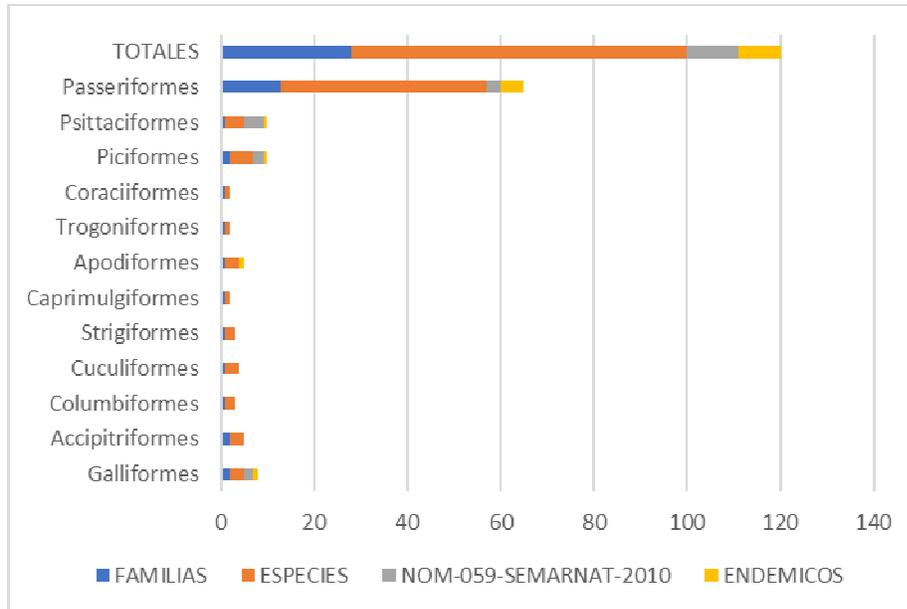


FIGURA 23 Gráfico especies potenciales de aves por taxa y categorías de conservación.

AICAS (Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves)

Se encontró que el AICA más cercana al sitio del proyecto se encuentra circunscrita al área que comprende la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an. Con una superficie de más de 500,000 ha y alberga una gran diversidad de la vida silvestre, tanto de ambientes terrestres como de humedales costeros. Con una ocurrencia de más de 300 especies de aves (avesmx.conabio.gob.mx).



FIGURA 24 Áreas Naturales Protegidas (ANPs) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) más cercanas al sitio del proyecto (Fuente: CONABIO).

### Índices de biodiversidad (Shannon-Weaver)

El análisis de diversidad obtenido muestra al sitio del proyecto y zonas aledañas con una biodiversidad que resulta atribuible a un ecosistema diverso, como es el caso de una selva neotropical, con un índice más bien alto. También dan idea de las abundancias de las especies consignadas. La escasez de datos, como es claro pueden desprenderse de un estudio de esta naturaleza, no contempla sino una fracción de la presencia espacio temporal de las especies de aves. Sin embargo, el análisis permite una aproximación al tema, lo que ha sido menos representativo con los otros grupos de la fauna silvestre.

Índices de biodiversidad (Shannon- Weiner) obtenidos para las aves:

ESPECIE	ABUNDANCIA ABSOLUTA	INDICE DE DIVERSIDAD (H)
<i>Amazilia yucatanensis</i>	1	0.067
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	4	0.179
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	6	0.228
<i>Eupsittula nana</i>	2	0.112
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1	0.067
<i>Icterus gularis</i>	4	0.179
<i>Melanerpes aurifrons</i>	3	0.148
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	2	0.112
<i>Mimus gilvus</i>	5	0.205
<i>Myiozetetes similis</i>	2	0.112
<i>Oreothlypis peregrina</i>	7	0.248
<i>Ortalis vetula</i>	3	0.148
<i>Parkesia noveboracensis</i>	1	0.067
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	2	0.112
<i>Quiscalus mexicanus</i>	3	0.148
<i>Setophaga magnolia</i>	3	0.148
<i>Setophaga ruticilla</i>	3	0.148
<i>Tyrannus melancholicus</i>	3	0.148
<i>Vireo griseus</i>	1	0.067
<i>Vireo pallens</i>	3	0.148
<i>Zenaida asiatica</i>	2	0.112
	61	2.906

**Tabla 55 Índices de biodiversidad (Shannon- Weiner) obtenidos para las aves observadas en el predio del proyecto y zonas aledañas.**

### Conclusiones del apartado de avifauna.

Los resultados obtenidos demuestran que se trata del grupo más rico y numeroso de la fauna silvestre, presente en el predio. El grupo de las aves puede caracterizar con mejor precisión el conocimiento acerca de la fauna silvestre en un estudio para la gestión ambiental de predios. En particular para el proyecto que representa la construcción de una gasolinera, que suele ocupar espacios no mayores a una hectárea, como es el caso del presente estudio.

El listado potencial obtenido para este grupo, da cuenta de la diversidad biológica de una amplia superficie en que se incluye el predio del estudio. Mismo que se encuentra basado en el Programa

de Conservación y Manejo del Parque Nacional Tulum. Sin embargo, se menciona que el área del Parque aún cuenta con áreas con relativo buen estado de conservación de sus ambientes naturales, mientras que el área del proyecto se encuentra inmersa en un corredor que ha venido siendo cada vez más ampliamente impactado por las actividades humanas, por lo que los ambientes naturales conservados se disminuyen notablemente. En particular en los costados de la autopista y al desarrollo turístico presente en toda la zona.

Por otra parte, las dimensiones del predio y la extensión aparente del hábitat, en sus variadas presentaciones dentro de un mismo ecosistema o ambiente natural, muestran con claridad el tamaño de efectos que el proyecto, puede representar en afectación directa sobre las poblaciones de la fauna silvestre. La aparente ausencia de especies más dependientes de las selvas y la presencia de aves comunes en hábitat secundario y marcadamente transformados dan cuenta de lo que ha venido sucediendo en el área.

La lista de aves obtenida consigna que los datos de campo demuestran que el sitio del proyecto, al colindar con áreas que han afectado, en alguna medida, la composición local de la avifauna y probablemente de la fauna silvestre en general.

Una estación de gasolina requiere ser construida en un sitio que tenga interconexiones, comunicación y vialidad para las personas. No puede ser construida en el interior de un área relativamente conservada. Tratándose de sitios rurales, siempre debe haber la presencia de una carretera, e incluso algún tipo de asentamiento humano como es el caso. Así, salvo que una estación de gasolina se pretenda construir en un sitio de importancia biológica y/o ecológica, en que su presencia pudiera afectar directamente a poblaciones silvestres en riesgo de conservación, su edificación, al menos en este caso, requiere de más atención en aspectos de operación del corto al largo plazo, que su mera presencia. En el sitio no se constató la presencia de nidos de aves

### **Recomendaciones**

Se considera que para las aves no se dará afectaciones ya que las especies que potencialmente podrán acceder al área ya se encuentran ocupando el área inmediata adyacente al predio, siendo el caso para la mayoría de las especies con registro en el presente estudio. El efecto esperado es que se ampliará la extensión para las especies ya presentes en el sitio y que evitan el interior de vegetación arbórea densa.

### **Mastofauna**

“La fauna de mamíferos de México incluye 529 especies nativas de 192 géneros, 47 familias y 12 órdenes (Cuadro 2). México es el tercer país en el mundo por lo que se refiere al número de especies de mamíferos, detrás de Indonesia y Brasil (Ceballos y Brown, 1995; Mittermeier, *et al.*, 1997). Los roedores y los murciélagos son los órdenes más ricos en especies, que contribuyen arriba del 77% de todas las especies” (Ceballos, *et al.*, p.33). Pare este grupo de la fauna silvestres, se encontró que para la península de Yucatán se han reportado alrededor de 88 especies, sin contar las especies marinas. De estas, se tiene que la mayoría son murciélagos, seguidas por los roedores y luego por el grupo de los carnívoros (Alcérreca, *et al.*, 2009; Emmons, 1990). Se presenta a continuación la lista obtenida de las fuentes consultadas que incluye nombres científicos, nombres comunes, la inclusión de algunas especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; la inclusión en CITES y las que son consideradas como endémicas. El programa de Manejo y Conservación del Parque Nacional Tulum menciona la presencia de al menos 49 especies distribuidas en 22 familias y ocho Ordenes, y consigna también que para el Corredor Cancún-Tulum la presencia de “mamíferos mayores como el jaguar, puma y tapir prácticamente han desaparecido de la zona debido a la cacería y la disminución y fragmentación del hábitat” (CONANP, PCM PNT, 2007 p. 15).

El programa de Manejo y Conservación del Parque Nacional Tulum menciona que... “se registraron 43 especies correspondientes a 19 familias. De las 43 especies encontradas 11 (25.58%) se encuentran protegidas dentro de algún estatus de protección a nivel nacional e internacional. La NOM-059- SEMARNAT-2001 protege 10 especies (23.25%), tres catalogadas como Sujetas a Protección Especial (6.6 %); cuatro como Amenazadas (9.3 %) y tres en Peligro de Extinción (6.6 %). En el CITES están protegidas cinco especies (11.62%) y tres (6.6%) en el Libro Rojo de la UICN. El Parque cuenta con cinco especies endémicas a Mesoamérica y una especie endémica a México” (PCyMT, 2007, p. 16).

A continuación, se presenta la lista de especies de la mastofauna con distribución potencial en la zona centro-norte del estado de Yucatán y península de Yucatán.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM	UICN	END
Orden Didelphimorpha				
Familia Didelphidae				
<i>Marmosa mexicana</i>	Tlacuachillo		LC	
<i>Didelphis marsupialis</i>	Boxoch. Tlacuache, zorro		LC	
<i>Didelphis virginianus</i>	Boxoch. Tlacuache, zorro		LC	
<i>Caluromys derbianus</i>	Tlacuachillo	Pr	LC	
Orden Pilosa				
Familia Myrmecophagidae				
<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	P	LC	
Orden Cingulata				
Familia Dasypodidae				
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Uech, armadillo		LC	
Orden Quiroptera				
Familia Emballonuridae				
<i>Peropterix macrotis</i>	Murciélago perro menor			
<i>Rhynchonycteris naso</i>	Murciélago		LC	
Familia Mormoopidae				
<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago lomo pelón menor		LC	
<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago bigotudo de Parnell		LC	
Familia phyllostomidae				
<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago orejón brasileño		LC	
<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común		LC	
<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón de Pallas		LC	
<i>Carollia brevicauda</i>	murciélago		LC	
<i>Sturnira lilium</i>	murciélago		LC	
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica			
<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero		LC	
Familia Natalidae				
<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago			

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM	UICN	END
Familia Molossidae				
<i>Molossus rufus</i>	Murciélago		LC	
Familia Vespertilionidae				
<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago cola peluda amarillo		LC	
<i>Myotis keaysi</i>	Miotis pata peluda		LC	
Orden Carnívora				
Familia Canidae				
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Chomak, zorra gris			
Familia Felidae				
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi, leoncillo	A	LC	SI
Familia Mustelidae				
<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo espalda blanca		LC	
<i>Spilogale angustifrons</i>	Pai och, zorrillo manchado	Pr	LC	
<i>Eira barbara</i>	Zan hol; cabeza de viejo	P	LC	
<i>Galictis vittata</i>	Grisón	A	LC	
<i>Mustela frenata</i>	Onza		LC	
Familia Procyonidae				
<i>Potos flavus</i>	Mico de noche	Pr	LC	
<i>Nasua narica</i>	Chiik, pizote, coatí		LC	
<i>Procyon lotor</i>	Mapache		LC	
Orden Artiodactyla				
Familia Tayassuidae				
<i>Tayassus tajacu</i>	Pecarí de collar		LC	
Familia Cervidae				
<i>Odocoileus virginianus</i>	Keh, venado cola blanca		LC	
Orden Rodentia				
Familia Sciuridae				
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca		LC	
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla café		LC	
Familia Geomidae				
<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza		LC	
Familia Heteromyidae				
<i>Heteromys gaumeri</i>			LC	
Familia Muridae				
<i>Oryzomys couesi</i>	Rata		LC	
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón		LC	
<i>Sigmodon hispidus</i>	Ratón con abazones		LC	
Familia Erethizontidae				
<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín	A	LC	
Familia Cuniculidae				
<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque		LC	

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM	UICN	END
<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle			
Orden Lagomorpha				
Familia Leporidae				
<i>Sylvigalus floridanus</i>	Thul, conejo de monte		LC	

**Tabla 56 Lista de especies de la mastofauna con distribución potencial en la zona centro-norte del estado de Yucatán y península de Yucatán.**

Número de especies de la mastofauna con distribución potencial en la zona centro-norte del estado de Yucatán y península de Yucatán.

ORDENES	FAMILIAS	ESPECIES	NOM	UICN	ENDEMICA
Didelphimorpha	1	4	1 (Pr)	0	0
Pilosa	1	1	1 (P)	0	0
Cingulata	1	1	0	0	0
Quiroptera	6	15	0	0	0
Carnívora	4	9	5(1P,2A,2Pr)	0	0
Artiodactyla	2	2	0	0	0
Rodentia	6	10	1(A)	0	0
Lagomorpha	1	1	0	0	0
TOTAL/ 8	22	43	8(2P,3A,3Pr)	0	0

**Tabla 57 Número de especies de la mastofauna con distribución potencial en la zona centro-norte del estado de Yucatán y península de Yucatán.**

El listado potencial de mastofauna, obtenido de las fuentes bibliográficas, arrojó un total de 43 especies distribuidos en 11 órdenes y 22 familias. Del cuadro anterior se consigna que de estas especies nueve se encuentran en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Una como especie amenazada (A), el Jaguarundi, tratándose de un felino que ha sido registrado con una amplia distribución a lo largo y ancho de la península de Yucatán (Alcérreca, *et. al.* 2009). La otra especie es el zorrillo manchado, que se encuentra bajo Protección especial (Pr) y al mismo tiempo se le considera como endémico. El CITES incluye al Yaguarundi en el Libro I, que prohíbe su comercialización a escala mundial.

### Metodologías

Para este grupo, variado en hábitos y dimensiones, las técnicas de campo consistieron en utilizar recorridos a paso lento, para el registro de las especies. Debido a la dificultad de su observación directa, limitada casi siempre a encuentros fortuitos marcadamente esporádicos, se optó por la búsqueda de evidencias indirectas de su presencia como los distintos tipos de rastro que suelen dejar por sus vagabundeos. Siendo estos en su mayoría excretas, huellas, marcas como el tallado de cornamenta de los venados sobre la corteza de los árboles, echaderos y la excavación para la habilitación de madrigueras, entre algunos otros. Así, al tiempo que se realizaban los recorridos para detección de herpetofauna, que se basa en caminatas lentas, casi siempre mirando al suelo, se buscó el reconocimiento de rastros de cualquiera de los tipos anteriormente señalados para los mamíferos. La identificación de especies se basó en Aranda (1981). También, para este grupo, se colocaron cámaras trampa, siendo un total de cuatro.

También se colocaron cuatro cámaras trampa marca Cuddeback modelo Black Flash E3, que fueron colocadas al interior del predio y en cercanía de sus límites para el registro de mamíferos y otros organismos terrestres y una red de niebla, para la captura de quirópteros.

Estas fueron colocadas por dos días consecutivos y la red abierta entre las 6:00 pm y las 24:00 horas.

A continuación, se presentan las coordenadas de ubicación de las cámaras trampa y la red de niebla.

SITIOS DE CAMARAS TRAMPA		
COORDENDAS UTM DATUM:WGS 84		
#	X	Y
C1	467572	2257220
C2	467495	2257173
C3	467505	2257124
C4	467582	2257151
RED INICIO	467588	2257206
RED FINAL	467593	2257214

**Tabla 58** Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa y la red de niebla .

### Resultados de mastofauna

Se tuvo un registro de ocho especies de mamíferos en el predio de estudio y sitios aledaños. Estas especies se encuentran distribuidas en siete familias y seis órdenes. Todos los registros se obtuvieron de distintos tipos de rastros, señalados en la lista de especies con registro. Algunos de estos rastros mostraron ser relativamente recientes, en aquellos que se puede distinguir, mientras que la mayoría fueron aparentemente dejados en lapsos de tiempo mayores. Por ejemplo, únicamente una entrada de madriguera de armadillos se encontraba con limpieza aparente. Las excavaciones de los pizotes y las excretas suelen tener menos lapsos de duración. Ninguna de las especies con registro en el predio se encuentra en problemas de conservación, tampoco en CITES y no presentan endemismos.

Lista de especies de mamíferos con registro en el predio del estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM	UICN	END
Orden Didelphimorpha				
Familia Didelphidae				
<i>Didelphis sp</i>	Boxoch. Tlacuache, zorro		LC	
Orden Quiroptera				
Familia phyllostomidae				
<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común		LC	
<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón de Pallas		LC	
<i>Sturnira lilium</i>	murciélago		LC	
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica			
Orden Carnívora				
Familia Procyonidae				
<i>Nasua narica</i>	Chiik, pizote, coatí		LC	
Orden Artiodactyla				
Familia Cervidae				
<i>Odocoileus virginianus</i>	Keh, venado cola blanca		LC	
Orden Rodentia				
Familia Sciuridae				
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca		LC	

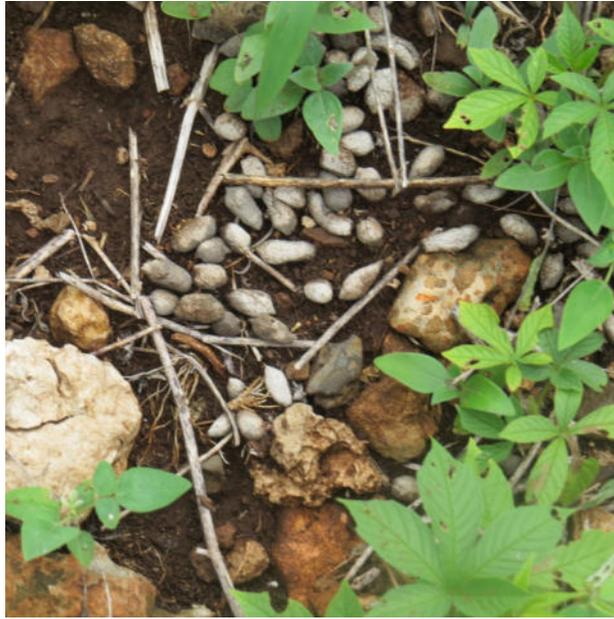
Familia Geomidae				
<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza		LC	
Familia Cuniculidae				
<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque		LC	

**Tabla 59 Lista de especies de mamíferos con registro en el predio del estudio.**

Número y tipos de evidencias de la presencia de mamíferos en el predio del estudio y alrededores:

NOMBRE CIENTÍFICO	DENTRO	FUERA	BORDE / POTRERO	TOTAL	TIPO REGISTRO
Orden Didelphimorpha					
Familia Didelphidae					
<i>Didelphis sp</i>		1		1	RASTRO
Orden Quiroptera					
Familia phyllostomidae					
<i>Desmodus rotundus</i>			1	1	RED
<i>Glossophaga soricina</i>			2	2	RED
<i>Sturnira lilium</i>			2	2	RED
<i>Artibeus jamaicensis</i>			3	3	RED
Orden Carnívora					
Familia Procyonidae					
<i>Nasua narica</i>		1	1	2	RASTRO
Orden Artiodactyla					
Familia Cervidae					
<i>Odocoileus virginianus</i>		2		2	EXCRETAS
Orden Rodentia					
Familia Sciuridae					
<i>Sciurus yucatanensis</i>	1			1	VISTO
Familia Geomidae					
<i>Orthogeomys hispidus</i>	1	2		3	RASTRO
Familia Cuniculidae					
<i>Dasyprocta punctata</i>					HUELLA
	2	6	9	17	

**Tabla 60 Número y tipos de evidencias de la presencia de mamíferos en el predio del estudio y alrededores:**



Excretas “viejas” de venado cola blanca fuera del predio del proyecto



*Artibeus jamaicensis*. Murciélago frutero

### Índices de diversidad

NOMBRE CIENTÍFICO	DENTRO	REPLICA	BORDE / POTRERO	ABUN. ABS.	INDICE DE DIVERSIDAD (H)
<i>Artibeus jamaicensis</i>			3	3	0.306
<i>Desmodus rotundus</i>			1	1	0.167
<i>Didelphis sp</i>		1		1	0.167
<i>Glossophaga soricina</i>			2	2	0.252
<i>Nasua narica</i>		1	1	2	0.252
<i>Odocoileus virginianus</i>		2		2	0.252
<i>Orthogeomys hispidus</i>	1	2		3	0.306
<i>Sciurus yucatanensis</i>	1			1	0.167
<i>Sturnira lilium</i>			2	2	0.252
	2	6	9	17	2.119

**Tabla 61 Índice de diversidad de mastofauna en el predio del proyecto y alrededores.**

### Conclusiones de mastofauna

La escasez de registros de mastofauna dentro del predio es resultado que el mismo se encuentra inmerso en una superficie más amplia que se encuentra cercada con malla ciclónica, por lo que el tránsito de organismos de tamaño medio a grande se encuentra impedido. Parece que la cerca cumple con finalidad de delimitar el predio, pero también de contención para los borregos que se encuentran pastando libremente al este del predio, pero también dentro del mismo.



Sitio de paso de fauna. Se estima pueda tratarse de Zarigüeyas o animales de talla relativamente pequeña. Afectado por las lluvias.

Las especies registradas son especies comunes en la mayor parte de sus áreas de distribución. Mientras que algunas suelen habitar incluso en asentamientos humanos rurales, o en los alrededores de las ciudades, tal es el caso de las zarigüeyas, ardillas y conejos.

El tamaño del predio parece suficientemente relacionado con la presencia de mamíferos y se indica que el proyecto, por su escala puntual y ubicarse aledaño a sitios francamente perturbados,

no permite asumir que se podría afectar a la diversidad de mamíferos, así como a las poblaciones existentes en el área.

La extensa superficie de selvas, aparentemente bien conservadas que rodea ampliamente el sitio del proyecto, representa una garantía de que los animales podrá alejarse dentro del hábitat natural circundante.

No se obtuvieron datos de presencia de representantes de este grupo con el uso de las cámaras trampa. Una disponibilidad mayor de tiempo podría contribuir en este sentido. Sin embargo, la búsqueda y documentación de todo tipo de rastros, han permitido tener una idea confiable en la presencia de representantes de este grupo.

Especies de fauna encontradas dentro del predio, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM	ENDEMICO
Familia Phrynosomatidae			
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa Cozumel	Pr	SI
Familia Iguanidae			
<i>Ctenosaura similis</i>	Huh, Iguana rayada	A	
Familia Polychrotidae			
<i>Norops lemurinus</i>	Xtulub		SI
Familia Colubridae			
<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera bronceada	A	
CLASE AVES	NOMBRE COMÚN	NOM	
Familia Accipitridae			
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguillilla caminera	Pr	
Familia Psittacidae			
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr	
Familia Vireonidae			
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr	

**Tabla 62 Especies de fauna encontradas dentro del predio, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

### **IV.2.3. Paisaje.**

El paisaje en el sitio es característico de una vialidad, en este caso, una carretera federal de cuatro carriles, con camellón central y acotamiento, así como una serie de comercios y servicios que se localizan directamente sobre la vialidad de la carretera.

A continuación, se describen los efectos del proyecto sobre el paisaje.

Visibilidad: la obra será visible desde la carretera, ya que se localiza a un costado de esta. Las condiciones de topografía, altura de la vegetación y asentamientos comerciales se localizan fácilmente desde la carretera.

La calidad paisajística del sitio es notablemente diferente en los costados de la carretera; por su lado oriente, los principales servicios son hoteles, restaurantes, y servicios orientados al turismo; en su costado poniente (parte continental) se observan comercios y servicios más orientados a la comunidad y al equipamiento de la población, se observan bancos de material, depósitos de materiales y otros.

No se observan otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto básicamente está formado por asociaciones vegetales, particularmente selva mediana subperennifolia y jardines de cadenas hoteleras.

La fragilidad del paisaje mínima, ya que se encuentra en un medio profundamente alterado por la construcción y operación de la carretera federal.

### **Uso de los recursos naturales**

El estado de Quintana Roo cuenta con un capital natural valioso en sus 50 mil 483 km<sup>2</sup> de extensión territorial y sus 900 kilómetros de litoral costero. Frente a sus costas se extiende parte de la segunda cadena arrecifal más importante del mundo. Cuenta también con más de tres millones de hectáreas de superficie forestal de alta diversidad biológica, un medio natural de extraordinaria belleza y gran fragilidad, así como con una gran cantidad de cenotes y lagunas producto de la particular conformación geológica del territorio peninsular. Los avances alcanzados en materia de Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) y áreas naturales protegidas, son reconocidos nacionalmente. Quintana Roo cuenta con siete POETs aprobados y uno más en elaboración, cuya cobertura comprende todo el litoral caribeño y particularmente las zonas turísticas más importantes y dinámicas del Estado; mientras que para la zona interior de la entidad tenemos en forma concurrente al PEOT.

Los principales recursos naturales del municipio de Tulum son la selva con sus diferentes especies maderables y la explotación del chicle, la fauna marina, las playas, arrecifes coralinos y el mar de incomparable belleza y las importantes zonas arqueológicas de Tulum y Coba. Existe potencial para la fruticultura y actividades pecuarias.

Los animales de la región corresponden mayoritariamente de origen neotropical, sin embargo, están presentes animales de origen neártico como el venado. Los principales grupos representados son los anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Se detectaron la presencia de varias especies en el corredor Cancún-Tulum, de las cuales las aves son las más difundidas de todas. Las aves se encuentran representadas por zanates, garzas blancas, colibríes y pequeños mamíferos como la zorra gris, ardillas, ratones, tlacuaches y murciélagos; que junto con la gran variedad de fauna marina representan un recurso importante de la localidad.

Como área natural protegida se tiene el Parque Nacional Tulum con una superficie de 664 Ha, con lo cual se conserva el medio ambiente de la zona arqueológica.

Estos sistemas ambiental y paisajes no serán afectados por el proyecto, ya que el predio se encuentra ubicado a la vera de la carretera federal Puerto Juárez-Tulum en una zona suburbana.

#### **IV.2.4. Medio socioeconómico.**

##### **A. Demografía.**

Tulum se localiza al este de la Península de Yucatán, en la zona centro, limita al Norte con el Municipio Solidaridad y al Sur con el Municipio Felipe Carrillo Puerto y la Bahía de Ascensión, al extremo Oeste limita con el Estado de Yucatán, en particular con el Municipio Valladolid y al Este limita con el Mar Caribe. Su extensión territorial es de aproximadamente 2,040.94 km<sup>2</sup>, que representa el 7.67% de la superficie total del Estado de Quintana Roo.

La población del Municipio Tulum era de 22,305 habitantes de acuerdo con el INEGI, 2005. Para el año 2009, el Consejo Estatal de Población (COESPO), de Quintana Roo, estimó una población de 31,108 habitantes para dicho Municipio, con base a este dato, se tiene una densidad poblacional aproximada de 0.06 hab/Km<sup>2</sup>. Este dato nos indica la existencia de una baja densidad poblacional y por lo tanto, se deduce la existencia de grandes superficies de terreno que permanecen sin ser pobladas. La distribución de la población es irregular, ya que la mayor parte de la población está asentada en la cabecera municipal y a lo largo de la zona costera, donde se realizan actividades turísticas, mientras que, al interior del Municipio, las localidades presentan una alta dispersión, aunque estén vinculadas a una vía de comunicación terrestre.

La distribución geográfica de la población dentro de la entidad lleva implícitas diferencias sociales, económicas y culturales, de tal forma que un indicador de desarrollo económico y sinónimo de una mayor concentración de habitantes, que migran en busca de mejores posibilidades de desarrollo económico y social, esto se puede apreciar en la zona Norte del Estado de Quintana Roo donde el crecimiento demográfico está asociado al desarrollo de la industria turística, siendo la Ciudad de Cancún la primera concentradora de población migrante nacional e internacional, posteriormente entre 1990 y 2004 la Ciudad de Playa del Carmen está catalogada dentro de los municipios que han tenido un incremento poblacional considerable, situación que dio pie a la redistribución de población dando origen al centro de población de Akumal.

Así, ante el continuo crecimiento de las habitaciones hoteleras y la demanda turística los valores demográficos se prevén seguirán aumentando en el corto plazo, tendiendo a estabilizarse en el horizonte del mediano y largo plazo en paralelo.

##### **Población municipal**

En 2005 el Censo de Población y Vivienda del INEGI, refleja una población de 22,885 habitantes en todo el Municipio Tulum, de los cuales 14,790 habitantes eran asentados en la cabecera municipal. A mediados de 2009 el municipio contaba con una población aproximada de 31,108 habitantes. Este acelerado incremento poblacional fue otra de las razones que propició la creación del noveno municipio. El principal motivo de este crecimiento demográfico es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico impulsado por el turismo que es la actividad económica básica, esto se ejemplifica en la ciudad de Tulum que pasó de 6,733 habitantes en 2000 a 14,790 en 2005; a esta velocidad de crecimiento se espera que en menos de 5 años duplique su población actual.

##### **Tendencia de crecimiento**

Respecto a la tasa de crecimiento media anual por entidad federativa en las últimas décadas Quintana Roo presentó porcentajes de 5.8 entre 1990-2000 y 4.7 entre 2000-2005 y con respecto a las tasas nacionales y estatales de crecimiento poblacional se observa un alta primacía en la entidad respecto a las tasas nacionales reflejando que el período de 1970 a 1980 la tasa más alta de 9.5 que ha ido disminuyendo al 2005 con una tasa de 4.7, y sin embargo continua siendo más alta que la nacional en los períodos desde 1950 a la fecha. De acuerdo con los resultados del II Censo General de Población y Vivienda de 2005 realizado por el INEGI, el Estado de Quintana

Roo por su elevado ritmo de crecimiento destaca en el nivel nacional, al presentar en su último lustro la tasa más alta del país 4.70%, la cual es inferior a la registrada entre 1995 y 2000.

El Municipio de Tulum ha sido receptor de migrantes, que se desplazan de otros municipios, así como de otros estados del país y esto es reflejado en un crecimiento poblacional superior al 100% en 10 años.

### **Población económicamente activa del Municipio de Tulum**

De acuerdo con los datos reportados en el último Censo General de Población y Vivienda a continuación se presenta en la Tabla la Población Económicamente Activa (PEA) registrada para las localidades más importantes del municipio de Tulum.

Localidad	Pea	Primario	Secundario	Terciario
Tulum	2550	113	460	1873
Ciudad Chemuyil	717	7	30	660
Akumal	532	25	64	439
Coba	232	82	39	106
Chanchen Palmar	130	92	8	21
San Silverio	222	170	30	27
San Juan De Dios	71	36	26	9
Sahcab Mucuy	25	17	3	15
Chanchen Primero	209	152	20	37
Yalchen	144	105	24	11
Francisco Uh May	92	36	33	18
Manuel Antonio Ay	57	17	21	16
Yaxche	104	72	19	13
Macario Gomez	73	36	18	14
Hondzonot	55	36	6	14
Javier Rojo Gomez	151	46	12	86

**Tabla 63 Población Económicamente Activa de las principales localidades del Municipio Tulum. Datos INEGI, censos económicos 2005.**

### **Actividades productivas**

#### **Actividades primarias**

Aquí se engloban las actividades productivas primarias que se practican principalmente en las localidades de la Zona Maya en la porción continental del Municipio, donde destacan Macario Gómez, Francisco Uh May, San Juan de Dios, Coba, Sahcab Mucuy, Chanchen, Hondzonot, Yaxche y Chanchen Palmar.

#### **Agricultura**

A pesar de que el Estado presenta poca superficie laborable, la agricultura se ha ido incrementando en los últimos años, colocando como producto principal el maíz aunque también cultivan el frijol, sorgo, soya, jitomate y frutales como chicozapote, naranja, papaya, limón agrio, mango, piña y aguacate que son productos básicamente de autoconsumo. Sin embargo también existen algunos cultivos comerciales como arroz, caña de azúcar y chile jalapeño. La agricultura en el Municipio Tulum está orientada principalmente a cultivos básicos como limón, maíz grano, naranja y vainilla, con cultivos intercalados de calabaza, tomate y chile, en terrenos no mecanizados y de temporal con bajos rendimientos, que son destinados al autoconsumo. Se trata de agricultura de temporal en condiciones limitadas de suelo.

### **Ganadería**

La mayor producción ganadera en el municipio la encabezan los porcinos, seguida del ganado bovino. Debido a las mismas condiciones limitativas de la agricultura, la ganadería es de tipo autoconsumo o de abasto puntual para mercados locales en las comunidades y algunos sitios de la cabecera municipal.

### **Apicultura**

Otra actividad agropecuaria del municipio es la Apicultura resaltando que la calidad productiva de la miel en el Estado es única en la Península y que su pureza atrae importantes mercados internacionales que no pueden ser atendidos con la producción que se genera en la actualidad. Esta actividad se enfrenta de manera generalizada con problemáticas de enfermedades y africanización.

### **Forestal**

Se cuenta con recursos forestales de maderas duras tropicales sujetas al aprovechamiento forestal selectivo. No existe una actividad forestal importante en el municipio. También se explota de manera puntual en los macizos forestales dentro del municipio, la resina del chicozapote para la producción del chicle.

### **Actividades secundarias**

En el municipio de Tulum el sector secundario está enfocado a las actividades como son la comunicación y transporte, la construcción y la industria de la transformación a muy baja escala. En la entidad no se realizan actividades industriales ni manufacturas a gran escala.

### **Actividades terciarias**

El Estado de Quintana Roo ha sido tradicionalmente un destino turístico reconocido internacionalmente. En la "Riviera Maya" se está desarrollando el complejo turístico más importante del país; gracias a que cuenta con hermosas playas y yacimientos arqueológicos de la civilización maya, convirtiéndose en uno de los principales polos de atracción del turismo nacional e internacional y es uno de los más importantes a nivel estatal. Su oferta hotelera es de 5,199 habitaciones de hotel, condos y villas, recibiendo a más de 1.4 millones de turistas al año.

El centro turístico Riviera Maya cuenta con establecimientos de hospedaje registrados por centro turístico según categoría turística del establecimiento registrado; de acuerdo a la Secretaría de Turismo (SECTUR), en el 2008 el registro fue de 350 establecimientos, de los cuales 22% son cinco estrellas de categoría especial, gran turismo y clases similares, 12% son de cuatro estrellas, 19% pertenecen a tres estrellas, 6% a dos estrellas, 5% a una estrella y 36% a establecimientos de clase económica, apartamentos, bungalows, cabañas, campamentos, casas de huéspedes, condominios, cuartos amueblados, haciendas, hoteles, moteles, posadas, suites, tráiler park y villas.

El Turismo es fundamental para el desarrollo económico de Tulum, ya que es la principal fuente de ingresos de los habitantes del municipio y un gran generador de fuentes de empleo. Tulum cuenta con 128 hoteles de diferentes categorías que van desde la comodidad y el lujo que ofrecen los resorts, hasta el contacto con la naturaleza que brinda una cabaña ecoturística. Asimismo, tiene aproximadamente 115 restaurantes. Los servicios turísticos se concentran principalmente en dos grandes áreas, contando con reconocimientos internacionales y diferenciados totalmente para atender a distintos segmentos del mercado turístico; la primera comprende la ciudad de Tulum y la segunda esta sobre la zona costera del municipio, donde se asentará el proyecto.

El área de la Zona Costera está dividida a su vez en tres corredores:

- a) Desde la Zona arqueológica de Tulum hacia el Norte, en donde se ubican los grandes desarrollos de consorcios internacionales, como Akumal y Bahía Príncipe.
- b) Franja que corresponde al Parque Nacional de Tulum, en él tienen su actividad las cooperativas pesqueras y turísticas a cargo de los pobladores, también se encuentran algunos hoteles medianos y hermosas playas de acceso libre.
- c) Al Sur del Parque Nacional, con una franja de unos 7 Km. con pequeños hoteles de gran calidad ambiental, compuestos por cabañas ecológicas, y restaurantes de diversas cocinas internacionales.

### **Urbanización**

El área de influencia del SA presenta infraestructura urbana en su entorno, servicios públicos, medios de comunicación y sistemas de manejo de desechos sólidos y líquidos independientes que son auxiliados por empresas especializadas.

### **Vías de comunicación.**

La principal vía de comunicación terrestre del municipio es la Carretera Federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez, que corre paralela a la costa en sentido Norte-Sur, a lo largo de su recorrido se encuentran las principales poblaciones entre las que destaca la cabecera municipal Tulum, Akumal y Ciudad Chemuyil; de igual manera comunican a los grandes hoteles y complejos turísticos de la zona costera denominada Riviera Maya. Esta carretera es libre dividida que fue modernizada en el 2008 y actualmente cuenta con cuatro carriles de circulación y pasos a desnivel a la altura de los poblados Akumal y Chemuyil.

**Aérea:** El 90% de los visitantes de la región de la Riviera Maya llega por vía aérea a través del aeropuerto Internacional de Cancún localizado a 95 Km del predio. Se trata de un aeropuerto cuenta con un arribo de 9 millones de pasajeros y cuenta con conexiones a 132 países, lo que garantiza el fácil acceso de los turistas, desde su lugar de origen hasta este destino y posteriormente por vía terrestre llega al proyecto en un lapso de tiempo corto.

### **Servicios públicos**

**Infraestructura hidráulica:** De acuerdo con CAPA el municipio cuenta con una cobertura del servicio de agua potable del 90 %, con 6,176 tomas domiciliarias. Mientras que el porcentaje de cobertura del drenaje sanitario va del 40 al 50 %, principalmente en la cabecera municipal, en las colonias Maya Pax, Villas Tulum y Tumben'Ka, con 1,070 viviendas que cuentan con este servicio.

Actualmente en el municipio cuenta con tres plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), dos en la cabecera municipal y una en el poblado de Akumal, existe un cárcamo de aguas residuales y una laguna de oxidación en el poblado de Chemuyil. En total el volumen de aguas tratadas es de 5,199 m<sup>3</sup>. No existe actualmente el suministro de agua potable, por lo que esta necesidad se cubre mediante cisternas, con la perforación de un pozo y contratación de pipas de agua; del mismo modo el proyecto contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales.

**Electricidad:** La red de energía eléctrica se encuentra dentro de la servidumbre de la carretera 307, de donde se bajará la energía a través de una subestación eléctrica reductora.

No obstante se contará con una plantas generadora ante posibles fallas o deficiencias del sistema de electrificación.

Sistema de manejo de residuos líquidos: En cuanto a el equipamiento para el manejo de los desechos líquidos (aguas negras de tipo domestico) hay una planta de tratamiento de aguas negras con capacidad de 10 lt./seg en Tulum.

Basurero municipal: Actualmente, el municipio cuenta con un sitio de tiro que se está tratando de mejorar para crear un relleno sanitario. El proyecto contará con el servicio de limpieza municipal y los residus sólidos serán trasladados a este sitio autorizado.

Energéticos (combustible): En el poblado de Tulum se encuentran expendios de combustible autorizados por PEMEX, por medio de estas gasolineras se cubrirá la demanda de combustible para la operación de la maquinaria durante la etapa de construcción del proyecto.

### **Valor de los espacios o sitios, creencias**

El actual territorio del municipio pertenecía en su mayor parte al cacicazgo de Ecab, a los cuales pertenecían entre otras las localidades de Tulum, Cobá, Xamanhá (actualmente Playa del Carmen), Tancah y Polé. En las crónicas de los españoles se describe a Tulum como una ciudad tan grande como Sevilla.

### **Patrimonio histórico**

Monumento al mestizaje en Akumal, vestigios arqueológicos en Tulum, Cobá, Xcaret, a lo largo de la costa existen vestigios arqueológicos de la civilización maya.

### **Museos**

En Puerto Aventuras existe el museo del CEDAM (Centro de Estudios y Deportes Acuáticos de México) en el cual se exponen vestigios de galeones e instrumentos de la época colonial, que fueron rescatados de barcos hundidos por los piratas que asolaban a las embarcaciones españolas. El museo arqueológico de Akumal presenta exposiciones de vestigios arqueológicos y la ecología de la región.

Los principales centros turísticos son: Akumal y Tulum. Cuenta con playas de blanca, arena y un mar de color turquesa excepcional, con arrecifes coralinos cercanos y pesca deportiva. Este centro apenas empieza a desarrollar su gran potencial como un destino turístico de nivel mundial.

### **Arqueología**

#### **Tulum**

Es una zona arqueológica, única en el país por estar situada a la orilla del mar, que además tiene playa y un mar de gran belleza. Esta zona es la segunda más visitada en el país. El edificio más importante es El Castillo, una gran pirámide situada en un risco que permite una vista del mar y selva extraordinaria.

En el Templo de Los Frescos se puede apreciar una parte de la vida de los mayas en frescos que conservan sus colores naturales. En el Templo del Dios que Cae se puede apreciar una deidad cayendo del cielo. El pueblo de Tulum es residencia de un Santuario Maya, hay tiendas de artesanías, restaurantes con comida tradicional y servicios de transporte.

#### **Cobá.**

Es un centro arqueológico de primera importancia en cuyo alrededor hay una laguna y un hotel. Aunque solamente se ha excavado una pequeña parte de la zona se pueden apreciar importantes vestigios como la pirámide del Nohoch Mul, considerada de las más importantes de la Península de Yucatán, un castillo con nueve hileras conocido como La Iglesia, un juego de pelota y una red de caminos mayas.

### **Akumal.**

Es un centro turístico pionero en el buceo submarino realizado en los arrecifes coralinos situados a corta distancia, cuenta con marina, hotel, zona residencial, un museo con artículos rescatados de galeones españoles del tiempo de la colonia y todos los servicios para los visitantes. En las cercanías de este centro turístico se localizan sitios de gran belleza natural como Xcacel, en donde llegan las tortugas marinas a desovar Chemuyil, con preciosas playas.

### **Diagnóstico ambiental.**

#### **A) Integración e interpretación del inventario ambiental.**

De acuerdo a las observaciones en campo y a la ubicación del sitio se puede decir que:

- a) **El predio del proyecto se encuentra ubicado en la carretera federal Puerto Juárez-Tulum, que proporciona la comunicación de la costa Quintanarroense, desde la ciudad de Cancún hasta Tulum.**
- b) **En el predio del proyecto se observa vegetación de Selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria, derivada de este tipo de vegetación.**
- c) **La fauna de la zona ha sido ahuyentada por la operación de la carretera federal.**
- d) **Se observaron ejemplares de flora listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estos ejemplares serán rescatados y reubicados en las zonas consideradas para áreas verdes del proyecto. Igualmente se dejarán en pie los ejemplares arbóreos y palmas, que se localicen en las áreas verdes, que no representen un riesgo para la instalación.**
- e) **Se observaron en el predio ejemplares de fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**
- f) **El sitio del proyecto no se encuentra dentro de ninguna área natural protegida.**
- g) **El uso de suelo de Estación de Servicio y Locales Comerciales (gasolinera) es compatible con el POEMR del Golfo de México y POEGT de México.**

El continuo desarrollo de las actividades industriales, comerciales, de servicios y turísticas en la región, motor de la economía del estado, requiere de la utilización de espacios urbanos con el objeto de habilitar actividades industriales, comerciales y turísticas destinadas a mejorar la competitividad y calidad de los servicios que se ofrecen.

Dentro de esta lógica, las medidas de prevención y mitigación de los impactos que puedan ocasionar al medio la creación de proyectos de desarrollo, se constituyen en la estrategia para asegurar la sustentabilidad de las actividades comerciales, industriales y turísticas.

El predio del proyecto se encuentra cubierto por vegetación de Selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria, derivado de este tipo de vegetación, sobre todo la zona colindante con la carretera federal.

En el caso de la fauna, está siendo ahuyentada de la zona, por la operación de la vía de comunicación, sin embargo, se instruirá a los trabajadores para que eviten cazar o perturbar a las especies que puedan encontrarse en el área.

#### **B) Síntesis del inventario.**

El predio del proyecto se encuentra en zona suburbana entre las localidades de Playa del Carmen y Tulum, se encuentra cubierto por vegetación de Selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria, derivado de este tipo de vegetación. Los componentes ambientales de la zona están siendo modificadas por la operación de la carretera federal, considerada apta para las actividades comerciales, turísticas, equipamiento, etc; lo que traerá consigo un aumento en la cantidad de vehículos que transitan por la zona y por ende aumento de la demanda de combustible para uso automotriz, este crecimiento demanda la instalación de Estaciones de Servicio para poder ofrecer

suministro de combustible, para lo cual es necesario la creación de espacios para el almacenamiento de dicho energético, por lo que se utilizan los espacios disponibles en la zona.

El continuo desarrollo de las actividades industriales, comerciales, de servicios y turísticas en la región, motor de la economía del estado, requiere de la utilización de espacios naturales con el objeto de habilitar actividades industriales y comerciales, destinadas a mejorar la competitividad y calidad de los servicios que se ofrecen. Tal es el caso del presente proyecto que dotará de un servicio que no existe en la zona.

Dentro de esta lógica, las medidas de prevención y mitigación de los impactos que puedan ocasionar al medio la creación de proyectos de desarrollo, se constituyen en la estrategia para asegurar la sustentabilidad de las actividades de la zona.

Los ejemplares de flora listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, serán rescatados y reubicados hacia las zonas consideradas para áreas verdes y los ejemplares arbóreos y palmas que se encuentran en esta zona serán respetados, siempre y cuando no representen un riesgo para las instalaciones.

Los ejemplares de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, serán rescatados y reubicados hacia las zonas consideradas para áreas verdes; se pondrá énfasis en las especies de baja movilidad.

## **V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.**

#### **V.1.1. Indicadores de impacto.**

Los impactos ambientales que se producirían en los diferentes factores del medio ambiente, en las diferentes etapas del proyecto son las siguientes:

**Físicos:** Atmósfera, Agua Subterránea, Ruido y Suelo.

**Biológicos:** Flora y Fauna.

**Socioeconómicos:** Empleo, Servicios, Tecnología y Seguridad e Higiene.

#### **V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto.**

##### **Etapas del proyecto / Factores del medio ambiente**

#### **A. Programa de rescate.**

##### **A.1. Programa de rescate/Flora.**

Magnitud +2

Importancia 2

Se realizará un programa de rescate de vegetación de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, igualmente se dejarán en pie los ejemplares arbóreos y palmas que se encuentren en las zonas consideradas para áreas verdes, que no representen riesgos a las instalaciones.

##### **A.2. Programa de rescate/Fauna.**

Magnitud +2

Importancia 2

Se realizará un programa de rescate de vegetación de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, igualmente se reubicará a las especies de baja movilidad que se encuentren en las áreas del proyecto a las zonas consideradas para áreas verdes, que no representen riesgos a las instalaciones.

##### **A.3. Programa de rescate/Empleo.**

Magnitud +1

Importancia 1

En esta actividad se requerirá de personal, generando empleos temporales a la población.

#### **B. Remoción de Vegetación.**

##### **B.1. Remoción de Vegetación/Atmósfera.**

Magnitud -1

Importancia 1

En esta actividad se utilizará maquinaria que generará emisiones a la atmósfera.

##### **B.2. Remoción de Vegetación/Ruido.**

Magnitud -1

Importancia 1

En esta actividad se utilizará maquinaria que generará ruido.

##### **B.3. Remoción de Vegetación/Flora.**

Magnitud -1

Importancia 1

Se eliminará la vegetación del sitio y para mitigar dicho impacto se construirán áreas verdes con ejemplares de la región.

#### **B.4. Remoción de Vegetación/Empleo.**

Magnitud +1

Importancia 1

En esta actividad se requerirá de personal, generando empleos temporales a la población.

#### **B.5. Remoción de Vegetación/Seguridad e Higiene.**

Magnitud +1

Importancia 1

En esta actividad se requerirá de personal altamente calificado y capacitado para el manejo de maquinaria.

### **C. Limpieza y Nivelación.**

#### **C.1. Limpieza y Nivelación/Atmósfera.**

Magnitud -1

Importancia 1

En esta actividad se utilizará maquinaria y equipo que generarán emisiones a la atmósfera, las cuales cumplirán con la normatividad con la realización de mantenimientos periódicos por parte de la empresa encargada de la construcción.

#### **C.2. Limpieza y Nivelación/Ruido.**

Magnitud -1

Importancia 1

En esta actividad se utilizará maquinaria y equipo que generarán ruido.

#### **C.3. Limpieza y Nivelación/Suelo.**

Magnitud -1

Importancia 1

En esta actividad se removerá la capa del suelo presente en el sitio.

#### **C.4. Limpieza y Nivelación/Empleo.**

Magnitud +1

Importancia 1

En esta actividad se requerirá de mano de obra, generando empleos directos e indirectos en la población.

#### **C.5. Limpieza y Nivelación/Seguridad e Higiene.**

Magnitud +1

Importancia 1

Con la realización de la limpieza del sitio se eliminará la basura, que causan contaminación al medio ambiente y para llevar a cabo la actividad de nivelación se contratará personal altamente calificado para el manejo de maquinaria.

### **D. Excavación.**

#### **D.1. Excavación/Atmósfera.**

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores generará gases que se liberarán a la atmósfera.

#### **D.2. Excavación/Ruido.**

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores generará ruido.

### **D.3. Excavación/Suelo.**

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores removerá y retirará el suelo presente en las áreas de cisterna, cimentación de estructuras, fosa para tanques, trampa de combustible y trincheras de tuberías.

### **D.4. Excavación/Empleo.**

Magnitud +1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores requiere de personal capacitado para su manejo, generando de esta manera empleos temporales a la población.

### **D.5. Excavación/Seguridad e Higiene.**

Magnitud +1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores será operada por personal altamente capacitado para realizar de manera segura y eficiente sus actividades, además de que estarán supervisadas.

## **2. Construcción y Equipamiento**

### **E. Construcción de Obra Civil.**

#### **E.1. Construcción de Obra Civil/Atmósfera.**

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará para esta actividad, generará emisiones a la atmósfera.

#### **E.2. Construcción de Obra Civil/Ruido.**

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores generará ruido.

#### **E.3. Construcción de Obra Civil/Suelo.**

Magnitud -1

Importancia 1

La pavimentación como parte de la obra civil, afectará al suelo porque no le permitirá su regeneración.

#### **E.4. Construcción de Obra Civil/Agua subterránea.**

Magnitud +1

Importancia 1

La pavimentación en el área de despacho, almacenamiento y descarga de combustibles se realizará con concreto armado impermeable para evitar la contaminación del agua subterránea.

#### **E.5. Construcción de Obra Civil/Empleo.**

Magnitud +2

Importancia 1

La construcción generará empleos temporales directos e indirectos que beneficiarán a la población.

## **E.6. Construcción de Obra Civil/Seguridad e Higiene.**

Magnitud +2

Importancia 2

Las características de la obra civil cumplirán con los requisitos y especificaciones para garantizar la seguridad de los empleados.

## **F. Construcción de Obra Hidráulica.**

### **F.1. Construcción de Obra Hidráulica/Atmósfera.**

Magnitud -1

Importancia 1

La construcción de la obra hidráulica generará emisiones de gases por efecto de la maquinaria que se empleará.

### **F.2. Construcción de Obra Hidráulica/Ruido.**

Magnitud -1

Importancia 1

La construcción de la obra hidráulica generará ruido producido por la maquinaria que se empleará.

### **F.3. Construcción de Obra Hidráulica/Agua subterránea.**

Magnitud +1

Importancia 1

La construcción de la obra hidráulica tiene como finalidad evitar la contaminación del agua subterránea, ya que las descargas sanitarias se enviarán a una fosa ciega, de la cual serán retirados periódicamente por una empresa autorizada por el H. Ayuntamiento de Tulum, para su disposición final. Las aguas aceitosas y aguas pluviales serán independientes.

### **F.4. Construcción de Obra Hidráulica/Empleo.**

Magnitud +1

Importancia 1

La construcción de la obra hidráulica generará empleos en la población.

### **F.5. Construcción de Obra Hidráulica/Seguridad e Higiene.**

Magnitud +1

Importancia 1

Las características de la obra hidráulica cumplirán con los requisitos y especificaciones de la CONAGUA para las descargas.

## **G. Obra Electromecánica.**

### **G.1. Obra Electromecánica/Atmósfera.**

Magnitud -1

Importancia 1

La construcción de la obra electromecánica generará emisiones de gases por efecto de la maquinaria empleada.

### **G.2. Obra Electromecánica/Ruido**

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas obras generará ruido.

### **G.3. Obra Electromecánica/Empleo**

Magnitud +1

Importancia 1

La necesidad de personal y mano de obra calificada en esta etapa generará la necesidad de contar con los recursos humanos calificados, generando empleos.

### **G.4. Obra Electromecánica/Tecnología.**

Magnitud +1

Importancia 2

El montaje e instalación electromecánica contribuyen a la incorporación de tecnologías ecológicamente compatibles en la rama de almacenamiento de combustibles.

### **G.5. Obra Electromecánica/Seguridad e Higiene.**

Magnitud +2

Importancia 2

El equipamiento adecuado de las instalaciones, al incorporar los elementos de seguridad, protección e higiene para los trabajadores asegurará un adecuado ambiente laboral.

## **3. Operación y Mantenimiento.**

### **H. Recepción de combustible.**

#### **H.1. Recepción de combustible/Atmósfera.**

Magnitud -1

Importancia 1

Los vehículos automotores (pipas) que llevarán el combustible a la Estación de Servicio generarán emisiones a la atmósfera.

#### **H.2. Recepción de combustible/Ruido.**

Magnitud -1

Importancia 1

Los vehículos automotores (pipas) que llevarán el combustible generarán ruido.

#### **H.3. Recepción de combustible/Empleo.**

Magnitud +1

Importancia 2

Esta operación requerirá de mano de obra capacitada para llevarse a cabo, generando empleos.

#### **H.4. Recepción de combustible/Servicios.**

Magnitud +1

Importancia 1

Una parte fundamental para la operación de la Estación de Servicio es el abastecimiento de combustible para poder ofrecer el servicio a los vehículos que transiten en la vía colindante.

#### **H.5. Recepción de combustible/Tecnología.**

Magnitud +1

Importancia 1

El tanque de almacenamiento, tuberías, así como las medidas de seguridad para la recepción incorporan en su diseño y construcción las más avanzadas tecnologías.

#### **H.6. Recepción de combustible/Seguridad e Higiene.**

Magnitud -1

Importancia 1

No obstante, las medidas preventivas, esta operación reducirá la seguridad de la zona.

## **I. Despacho de combustible.**

### **I.1. Despacho de combustible/Atmósfera**

Magnitud -1

Importancia 1

Los vehículos automotores que acudan a la Estación de Servicio para abastecerse de combustible generarán emisiones a la atmósfera.

### **I.2. Despacho de combustible/Ruido**

Magnitud -1

Importancia 1

Los vehículos automotores que cargarán combustible en la Estación de Servicio generarán ruido.

### **I.3. Despacho de combustible/Empleo.**

Magnitud +1

Importancia 2

Esta actividad requerirá de mano de obra, generando empleos permanentes en la localidad.

### **I.4. Despacho de combustible/Servicios.**

Magnitud +2

Importancia 2

Al contar con una Estación de Servicio en la zona se proporcionará un servicio que no existe, contribuyendo al equipamiento de la carretera federal Puerto Juárez-Tulum.

### **I.5. Despacho de combustible/Tecnología.**

Magnitud +1

Importancia 1

Para estas actividades se incorporarán las tecnologías más avanzadas y adecuadas para una operación eficiente del despacho de combustible.

### **I.6. Despacho de combustible/Seguridad e Higiene.**

Magnitud -1

Importancia 2

Esta actividad puede considerarse como riesgosa, debido a las características inflamables y explosivas de los combustibles, incorporándose a las actividades existentes en la zona.

## **J. Vigilancia e Inspección.**

### **J.1. Vigilancia e Inspección/Empleo.**

Magnitud +1

Importancia 1

Se requerirá de mano de obra para esta actividad, generando empleo.

### **J.2. Vigilancia e Inspección/Servicios.**

Magnitud +1

Importancia 1

El contar con una buena vigilancia y realizar una inspección rutinaria como parte de la operación establece un mejor nivel de servicios en la zona.

### **J.3. Vigilancia e Inspección/Seguridad e Higiene.**

Magnitud +1

Importancia 3

Las labores de vigilancia e inspección diarias constituyen una de las mejores herramientas preventivas en materia de seguridad e higiene.

## **K. Mantenimiento.**

### **K.1. Mantenimiento/Agua**

Magnitud -1

Importancia 1

El mantenimiento de la Estación de Servicio requerirá agua, generando descargas.

### **K.2. Mantenimiento/Fauna.**

Magnitud +1

Importancia 1

La limpieza adecuada y remoción de desechos impedirá el establecimiento de fauna indeseable como cucarachas, roedores o moscos.

### **K.3. Mantenimiento/Empleo.**

Magnitud +1

Importancia 1

Esta labor requerirá de mano de obra, generando empleos permanentes

### **K.4. Mantenimiento/Servicios.**

Magnitud +1

Importancia 1

El mantenimiento adecuado de las instalaciones permitirá ofrecer el servicio en condiciones óptimas.

### **K.5. Mantenimiento/Seguridad e Higiene**

Magnitud +1

Importancia 3

Las medidas de higiene y seguridad consideran implementar en el proyecto un programa de mantenimiento que favorece la compatibilidad de la obra con el medio suburbano donde se construirá la obra.

De acuerdo a lo anterior, no se determinaron interacciones negativas muy significativas o altamente significativas por tratarse de una obra de pequeñas dimensiones (estación de servicio y locales comerciales), estar ubicada en una zona apta para el crecimiento de la mancha urbana y donde se consideran medidas preventivas de los impactos ambientales identificados.

En la página siguiente se presenta la matriz de interacciones resultante.

Los valores de la cuadrícula significan:  
Magnitud, que indica el tamaño y la naturaleza de la interacción (+ ó -)

M / I

Importancia, que es un valor absoluto e indica el juicio del evaluador

		ETAPAS DEL PROYECTO											
		PREPARACION DEL TERRENO				CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
		RESCATE DE VEGETACIÓN	REMOCIÓN DE VEGETACIÓN	LIMPIEZA Y NIVELACIÓN	EXCAVACION	OBRA CIVIL	OBRA HIDRAULICA	OBRA ELECTROMECAÁNICA	RECEPCION DE COMBUSTIBLE	DESPACHO DE COMBUSTIBLE	VIGILANCIA E INSPECCION	MANTENIMIENTO	
FACTORES DEL AMBIENTE	FISICOS	ATMOSFERA		-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1		
		RUIDO		-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1		
		SUELO			-1/1	-1/1	-1/1						
		AGUA SUBTERRÁNEA					+1/1	+1/1					-1/1
	BIOLOGICOS	FLORA	+2/2	-1/1									
		FAUNA	+2/2										+1/1
	SOCIOECONOMICOS	EMPLEO	+1/1	+1/1	+1/1	+1/1	+2/1	+1/1	+1/1	+1/2	+1/2	+1/1	+1/1
		SERVICIOS								+1/1	+2/2	+1/1	+1/1
		TECNOLOGÍA							+1/2	+1/1	+1/1		
		SEGURIDAD E HIGIENE		+1/1	+1/1	+1/1	+2/2	+1/1	+2/2	-1/1	-1/2	+1/3	+1/3

**MATRIZ DE INTERACCIONES AMBIENTALES POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO Y LOCALES COMERCIALES**

**INMOBILIARIA  
COSTA CALIDA  
S.A DE C.V.**

TULUM, QUINTANA ROO

Consultores en Ecosistemas, S.C.



FIGURA 25. Matriz de interacciones ambientales por la construcción y operación de la estación de servicio y locales comerciales..

### V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación.

#### V.1.3.1. Criterios.

**Magnitud:** por medio de la valoración de 1 a 10, precedido por un signo de (+) o de (-) para indicar si los efectos probables de las interacciones son positivos o negativos.

**Importancia:** pondera (juicio de valor) el peso relativo de la interacción, también en una escala de 1 a 10.

**Signo:** Muestra si el impacto es positivo (+) o negativo (-).

**Reversibilidad:** Se consideró si existía la posibilidad de que, una vez inducido el impacto, el sistema pueda volver a su estado inicial.

**Viabilidad de adoptar medidas de mitigación:** Se consideraron algunas medidas de mitigación con el fin de minimizar los impactos.

#### V.1.3.2. Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

Para la identificación de impactos ambientales derivados de la construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales “**INMOBILIARIA COSTA CÁLIDA S.A. de C.V.**” se utilizó el método de Matriz de Interacciones desarrollada por Leopold (1971), el cual consiste en elaborar una matriz en donde se representan en las columnas las principales acciones derivadas de la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas y en los renglones los diferentes factores, tanto del medio natural como del medio socio-económico.

La matriz interactiva muestra las acciones del proyecto en un eje y los factores ambientales a lo largo del otro eje de la matriz. Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental, éste se apunta en el punto de intersección de la matriz y se describe además en términos de consideraciones de magnitud e importancia.

Las cuadrículas que representan las interacciones admiten dos valores:

**Magnitud:** de una interacción es su extensión y se describe mediante la asignación de un valor numérico comprendido entre 1 y 10, donde 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido), precedido por un signo de (+) o de (-) para indicar si los efectos probables de las interacciones son positivos o negativos. Los valores próximos al 5 en la magnitud representan impactos de extensión intermedia. La asignación de un valor numérico de la magnitud de una interacción se basa en una valoración objetiva de los hechos relacionados con el impacto previsto.

**Importancia:** pondera (juicio de valor) el peso relativo de la interacción. Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

La matriz de Leopold puede ser MODIFICADA para identificar impactos benéficos y adversos mediante el uso de símbolos adecuados como el + y el -. Adicionalmente, la matriz de Leopold puede emplearse para identificar impactos en varias fases temporales del proyecto, por ejemplo, para fases de construcción, operación, etc. y para describir los impactos asociados a varios ámbitos espaciales.

La Evaluación Ambiental de este proyecto (construcción y operación de una Estación de Servicio y Locales Comerciales en el municipio de Tulum, Quintana Roo), se efectuó teniendo en cuenta el **Nivel de Significación** de los impactos ambientales favorables o adversos al medio ambiente, utilizando el método de la matriz de Leopold.

El Nivel de Significación se efectuó utilizando los siguientes parámetros:

**Magnitud (m):** Grado de incidencia o afectación de los aspectos de la actividad sobre el componente ambiental determinado en el ámbito de extensión que actúa.

**Duración (d):** Tiempo necesario para que desaparezcan los efectos de una actividad dada o bien se disipen o dispersen hasta niveles no significativos para el medio.

**Extensión (e):** Evaluación espacial de los efectos de un aspecto dado, generalmente relacionado con la superficie afectada, calificando el impacto de acuerdo al ámbito de influencia de su efecto.

**Fragilidad (f):** Grado de susceptibilidad que tiene el componente a ser deteriorado ante la incidencia de los aspectos ambientales del proyecto.

La manera más eficaz de utilizar la matriz es identificar las acciones más significativas. En general, sólo alrededor de una docena de acciones serán significativas. Cada acción se evalúa en términos de la magnitud del efecto sobre las características y condiciones medioambientales que figuran en el eje vertical. Se coloca una barra diagonal (/) en cada casilla donde se espera una interacción significativa. La discusión en el texto del informe deberá indicar si la evaluación es a corto o a largo plazo.

La calificación del Nivel de Significación del impacto se asoció a tres variables propias del mismo: la magnitud (m), extensión (e) y duración del impacto (d) y una propia del elemento afectado, la fragilidad del medio (f).

Criterio y Calificación del medio (fragilidad).

Fragilidad ( f )	
Calificativo	Valores
Muy poco frágil	1
Poco frágil	2
Medianamente frágil	3
Frágil	4
Extremadamente frágil	5

Tabla 64. Criterio y Calificación del medio (fragilidad).

El valor numérico del **Nivel de Significación** se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Significación} = ((2m + d + e) / 20) * f.$$

Los valores obtenidos se consignaron en los respectivos casilleros de la matriz de calificación y permitieron agrupar los impactos favorables o adversos de acuerdo al valor de significación en cinco rangos:

Muy poco significativo	0,00 – 1,00
Poco significativo	1,00 – 2,00
Moderadamente significativo	2,00 – 3,00
Muy significativo	3,00 – 4,00
Altamente significativo	4,00 – 5,00

Tabla 65. Nivel de Significación.

Criterios y Calificación de Impactos

Valor Numérico	Magnitud (m)	Extensión (e)	Duración (d)
1	<b>Muy pequeña</b>	<b>Puntual</b>	<b>Días</b>
	Casi imperceptible	En un punto del proyecto	1-7
2	<b>Pequeña</b>	<b>Local</b>	<b>Meses</b>
	Leve alteración	En una sección del proyecto.	1-12
3	<b>Mediana</b>	<b>Área del proyecto</b>	<b>Años</b>
	Moderada alteración	En el área del proyecto	1-10
4	<b>Alta</b>	<b>Mas allá del proyecto</b>	<b>Años</b>
	Se produce modificación	Dentro del área de influencia	1-10 años
5	<b>Muy alta</b>	<b>Distrital</b>	<b>Décadas</b>
	Modificación sustancial	Fuera del área de influencia	1-10 años

Tabla 66. Criterios y Calificación de Impactos

Se evalúan las casillas marcadas más significativas, y se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina superior izquierda de cada casilla para indicar la magnitud relativa de los efectos (1 representa la menor magnitud, y 10 la mayor). Asimismo, se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina inferior derecha para indicar la importancia relativa de los efectos.

El siguiente paso es evaluar los números que se han colocado en las casillas. Es importante mencionar que el análisis se hace sobre una matriz reducida, la cual consiste sólo de las acciones y factores que han sido identificados como interactuantes. Debe tomarse especial atención a las casillas con números elevados. El alto o bajo número en cualquier casilla indica el grado de impacto de las medidas. La asignación de magnitud e importancia se basa, en la medida de lo posible, en datos reales y no en la preferencia del evaluador.

El sistema de calificación requiere que el evaluador cuantifique su juicio sobre las probables consecuencias. El esquema permite que un revisor siga sistemáticamente el razonamiento del evaluador, para asistir en la identificación de puntos de acuerdo y desacuerdo. La matriz de Leopold constituye un resumen del texto de la evaluación del impacto ambiental.

#### Indicadores de impacto.

Los impactos ambientales que se producirían en los diferentes factores del medio ambiente, en las diferentes etapas del proyecto son las siguientes:

**Físicos:** Atmósfera, Agua Subterránea, Ruido y Suelo.

**Biológicos:** Flora y Fauna.

**Socioeconómicos:** Empleo, Servicios, Tecnología y Seguridad e Higiene.

#### Criterios.

**Magnitud:** por medio de la valoración de 1 a 10, precedido por un signo de (+) o de (-) para indicar si los efectos probables de las interacciones son positivos o negativos.

**Importancia:** pondera (juicio de valor) el peso relativo de la interacción, también en una escala de 1 a 10.

**Signo:** Muestra si el impacto es positivo (+) o negativo (-).

**Reversibilidad:** Se consideró si existía la posibilidad de que, una vez inducido el impacto, el sistema pueda volver a su estado inicial.

**Viabilidad de adoptar medidas de mitigación:** Se consideraron algunas medidas de mitigación con el fin de minimizar los impactos.

## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **1. Anteproyecto.**

- ▣ Cumplimiento de la NOM-005-ASEA-2016.

### **2. Etapa de preparación del sitio y construcción.**

- ▣ Programa de rescate de flora.
- ▣ Programa de rescate de fauna.
- ▣ Mantenimiento de maquinaria y equipo.
- ▣ Instalación de letrinas portátiles.
- ▣ Instalación de botes de basura.
- ▣ Riego del terreno.
- ▣ Instalación de letreros informativos.
- ▣ Barda perimetral.

### **3. Etapa de operación.**

- ▣ Sistema de drenaje de aguas pluviales.
- ▣ Sistema de drenaje para aguas aceitosas.
- ▣ Sistema de drenaje de aguas residuales.
- ▣ Tanque subterráneo de doble pared.
- ▣ Fosa para tanque de combustible.
- ▣ Áreas verdes.
- ▣ Pozo de observación.
- ▣ Pozo de monitoreo.
- ▣ Monitoreo electrónico.
- ▣ Limpieza general de la Estación de Servicio.
- ▣ Limpieza ecológica de la trampa de combustible.
- ▣ Programa de separación de residuos.
- ▣ Servicio de recolección de residuos.
- ▣ Sistema de seguridad.
- ▣ Normatividad ambiental.
- ▣ Programa de mantenimiento.
- ▣ Pruebas de hermeticidad.
- ▣ Extintores.
- ▣ Programa de capacitación.
- ▣ Programa Interno de Protección Civil.

## VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

### 1. ETAPA: ANTEPROYECTO.

**Cumplimiento de la NOM-005-ASEA-2016.** Para la construcción de la Estación de Servicio y Locales Comerciales, se tomaron en cuenta las especificaciones técnicas contenidas en la NOM-005-ASEA-2016 "Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas", donde se establecen las características de todas las instalaciones para garantizar la seguridad del usuario y del trabajador, así como de las zonas aledañas al predio donde se ubicará la Estación de Servicio y para minimizar el impacto al ambiente.

### 2. ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

#### COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA.

**Programa de rescate.** En el predio se observaron ejemplares de las siguientes especies de flora listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010;

Familia	Nombre científico	Estatus de Protección	Nombre común
ARECACEAE	<i>Coccothrinax readii</i>	amenazada	Nakás
ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	amenazada	Palma chit
ARECACEAE	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Amenazada	Palma Kuka
NOLINACEAE	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Amenazada	Despeinada
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Amenazada	Roble amarillo

#### Programa de rescate de Flora.

Este programa consiste en la identificación de métodos simples para el rescate de ejemplares de flora con alto valor ambiental, mismos que se llevarán a cabo antes de toda actividad y en el momento de la realización de obras y actividades como el desmonte y despalme

**Objetivo.** El Programa de Rescate de Flora tiene como objetivo fundamental promover la conservación de las especies vegetales presentes en el área del proyecto. Así mismo minimizar los impactos sobre la vegetación a causa del proyecto.

**Justificación.** El desarrollo de cualquier acción de rescate de flora involucra una serie de actividades que se encuentran estrechamente relacionadas entre sí, por lo que es necesario que cada una de estas etapas que conforman el proceso sea realizada de manera exitosa para aumentar las posibilidades de rescatar el mayor número posible de las especies planteadas. Es por esta razón, que se diseña el presente programa de rescate, el cual contempla el rescate de especies nativas.

**Metas.** Lograr la supervivencia y adaptación al nuevo sitio en un 80% de las especies de plantas que fueron rescatadas y reubicadas.

#### Metodología propuesta para la realización del rescate.

##### Establecimiento de un sitio de acopio.

Previo a iniciar los trabajos de rescate de vegetación, se preparará el sitio en que se mantendrán las plantas, el cual será un vivero temporal donde se proporcionarán las condiciones y cuidados necesarios a las plantas rescatadas, aprovechando áreas de sombra natural. La infraestructura básica para cubrir estas necesidades será la colocación de mallas para sombra en donde se

requiera y un sistema de riego eficiente de suministro del agua, ya que esto es fundamental para la sobrevivencia de las plantas, por lo que se contará con depósitos de agua para dicho fin.

El vivero estará ubicado en el costado oriente del predio, con una superficie de 50 m<sup>2</sup>, la cual se ira adecuando de acuerdo a las necesidades que presente el material vegetativo rescatado. Este sitio estará libre de malezas y se le dará mantenimiento mientras dure el proyecto y se hayan trasplantado todos los ejemplares previstos

#### **Identificación y selección de especies por rescatar.**

Para seleccionar las especies que pueden ser sujetas de acciones de rescate se considerarán criterios como el que sea una especie con buenas posibilidades de sobrevivencia, como son los juveniles de las especies identificadas. Como el rescate de los individuos adultos generalmente presenta más dificultades y se reduce la eficiencia y supervivencia del individuo, se prestará más atención a los ejemplares jóvenes de entre 40 cm y 1.50 m de altura de las especies seleccionadas.

Estos ejemplares que se empleen deben ser vigorosos y tener un buen sistema radicular, los débiles, de forma torcida y con un sistema radicular poco desarrollado se rechazaran.

Esta actividad se llevará a cabo en la primera fase del proyecto que corresponde a la preparación del terreno, que consistirá básicamente en el trazo de áreas de desmonte, marcado y rescate de especies vegetales.

En el trazo de las áreas de desmonte, se ubicarán los puntos de referencia fijos y colocan las cintas y banderines para delimitar las áreas donde se encuentran las especies a ser rescatadas.

En lo que respecta al marcado y rescate de especies vegetales, en las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se implementa una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados. Una vez identificados los ejemplares, se implementa la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla.

#### **Recolección, traslado y trasplante.**

Previo a las acciones de rescate de vegetación, se tomará en cuenta el tamaño de las plantas y condiciones del suelo, así como el sitio donde se desarrolla para que la extracción de los individuos tenga mayores posibilidades de éxito. De igual manera se considerará el estado de salud de los individuos y se evitará extraer las plantas que presenten manchas, protuberancias o cualquier tipo de afección.

Antes de extraer la planta es indispensable mojar cada cabo y utilizar la técnica del banqueo, la cual consiste en escarbar alrededor de la planta. Se sacará la planta con el cepellón procurando desmoronarlo lo menos posible.

Si al realizar la excavación quedan expuestas algunas raíces laterales se cortarán con cuidado. Una vez terminada la zanja, el árbol se inclinará ligeramente y se cortará con machete las raíces que impidan desprenderlo del suelo. Una vez extraído el ejemplar se envolverá el cepellón en un costal de yute o rafia y se amarrará con un lazo o cordel.

Las plántulas e individuos pequeños se extraerán con pala, la cual se introduce profundamente al lado del tronco y se palanquea para desenterrar las raíces. Este programa de rescate de flora no prevé la colecta de semilla ni la reproducción por estacado.

**Manejo de las especies hasta el sitio de acopio.**

Para el embolsado de los ejemplares se considerará el tamaño de los individuos, utilizando bolsas de polietileno negras de 15 x 15, 20 x 25 ó 30 x 30 según sea chico, mediano o grande el ejemplar y de calibre 400 ó 600 según sean las necesidades de las plantas. Las bolsas se rellenarán con sustrato húmedo, previamente desinfectado con Furadán en la dosis indicada por el fabricante. Se perforarán con clavo o perforadora para evitar encharcamientos que puedan generar enfermedades por hongos o pudrición de las raíces. El sustrato utilizado se mezclará con composta (previamente elaborada) en la proporción de 3:2

Se regarán las plantas todos los días durante los primeros ocho días a partir de su extracción y posteriormente se hará cada tercer día, evitando se aneguen o resequen.

Cuando en el sitio haya poco suelo y alta pedregosidad y el banqueo de las plantas se dificulte, los individuos se extraerán con la raíz desnuda tratando de dañarla lo menos posible. Los ejemplares de talla grande (mayores de 1 m) serán embolsados de manera inmediata y los pequeños (menores de 49 cm) se colocarán en un recipiente o cubeta con una solución de Raizone plus o Radix, según indicaciones del producto, para tener un mayor éxito en el enraizamiento, y se colocarán en bolsas de polietileno durante un periodo no mayor de 24 horas.

**Manejo de las plantas rescatadas dentro del sitio de acopio.**

Durante el tiempo que se mantengan las plantas en el vivero se regarán de manera frecuente y abundante, especialmente en el estiaje. Esto permitirá que el sistema radicular se mantenga húmedo y su crecimiento sea óptimo. Se regarán muy temprano por la mañana o por la tarde para evitar la tierra se reseque y las plantas se estresen.

Para evitar el desarrollo de plagas y/o enfermedades que pongan en riesgo la supervivencia de las plantas, se evitará su hacinamiento para crear las condiciones propicias de humedad y ventilación.

Se aplicará Decis y Derosal en la dosis recomendada según indicaciones del producto. Con la finalidad de asegurar la supervivencia de las plantas rescatadas (individuos adultos), plántulas (individuos jóvenes), permanecerán en el vivero por lo menos cuatro semanas antes de ser trasladadas al sitio definitivo.

Las plantas utilizadas (individuos adultos) para la reforestación de las áreas verdes una vez que se haya acondicionado el área. Se rescatarán ejemplares de las siguientes especies:

<b>Especie</b>	<b>Número de ejemplares</b>
<i>Coccothrinax readii</i>	20
<i>Thrinax radiata</i>	30
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	5
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	5
<i>Tabebuia chrysantha</i>	5
<b>TOTAL</b>	65

**Tabla 67 Ejemplares de flora a integrarse en el programa de rescate.**

**Método de sembrado.**

Para una buena técnica de plantación, se debe cuidar: dimensión de la cepa, colocación de la planta, profundidad de plantación, apisonamiento y espaciamiento (densidad de plantación).

**Acciones que permitan garantizar la supervivencia de las plantas rescatadas.**

Como ya se ha mencionado anteriormente para lograr una mayor supervivencia de ejemplares rescatados se deben realizar diversas acciones desde la selección de las plantas, manejo al retirarlas del sitio, transporte, mantenimiento y siembra, por lo que cada una de estas etapas es fundamental para garantizar la supervivencia de estos ejemplares. El riego y el manejo que se les dé a las plantas es fundamental.

De estas acciones una muy importante es las que se realicen en el vivero temporal, que contará con infraestructura para recepción y mantenimiento de las plantas, sombra artificial, depósito de agua, áreas para preparar sustrato y elaborar composta.

La tierra vegetal provendrá del área del proyecto y en caso de hacer falta de sitios autorizados. La tierra se mezclará con composta hecha del mismo material vegetal derivado del chapeo y de la limpieza del terreno, con las hojas, ramas y vegetación herbácea.

**Requerimientos específicos de personal.**

Para realizar las labores de rescate, se contará con al menos dos cuadrillas de trabajadores, integradas por dos personas cada una, las que serán supervisadas por un técnico especializado. Por parte del promovente se contratará a un especialista en reforestaciones y manejo de flora y fauna silvestre para que realice en primera instancia el rescate de flora y fauna correspondiente, y posteriormente coordine los trabajos de la reforestación que se pretende.

Así mismo para el mantenimiento general de las plantas rescatadas, que se ubicaran en el vivero temporal, se contará con un técnico responsable de su operación y una persona para realizar las labores de composteo, riego, y limpieza.

**Requerimientos de transporte, materiales y equipo.**

La infraestructura requerida para la realizar el rescate de flora y la reforestación es muy básica, dentro de la oficina temporal para coordinar las acciones del proyecto se resguardará la herramienta básica que se utilizará como palas, picos, carretillas, etc.

Los ejemplares rescatados se acopiarán en una zona aledaña al área de conservación, en las siguientes coordenadas:

CUADRO DE CONSTRUCCION VIVERO								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
A-B	206°32'50.28"	10.000	467,539.5126	2,257,123.9096	-0°6'30.651909"	0.99961302	20°24'43.814027" N	87°18'40.071126" W
B-C	116°32'50.28"	5.000	467,535.0432	2,257,114.9639	-0°6'30.704011"	0.99961303	20°24'43.522749" N	87°18'40.224758" W
C-D	26°32'50.28"	10.000	467,539.5161	2,257,112.7292	-0°6'30.649762"	0.99961302	20°24'43.450330" N	87°18'40.070276" W
D-A	296°32'50.28"	5.000	467,543.9854	2,257,121.6749	-0°6'30.597660"	0.99961302	20°24'43.741608" N	87°18'39.916644" W
AREA = 50.000 m2								

**Tabla 68 Coordenadas de la ubicación del vivero para las especies de flora rescatadas.**

En la **FIGURA 7** se presenta la ubicación del vivero.

**Resultados esperados con respecto a la supervivencia de los ejemplares rescatados.**

Los resultados que se esperan de este programa de rescate de flora es que al menos se tenga un porcentaje de supervivencia de al menos 80%, realizando adecuadamente todas las actividades de

manejo que se plantean. Evidentemente la meta sería obtener un porcentaje mayor de supervivencia por lo que se tomaran las medidas necesarias para ello.

**Cronograma.**

A continuación, se determina el siguiente programa general de trabajo para que sean preparados todos y cada uno de los trabajos que se realizan de rescate de flora y reforestación, y estos sean efectuados en tiempo y forma. Este programa debe de ser como mínimo por 6 meses.

ACTIVIDADES	MES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Estructuración del programa de rescate de flora (en el sitio del proyecto)													
Capacitación del personal													
Compra de equipo y material													
Instalación del vivero rústico temporal													
Rescate florístico.													
Traslado de ejemplares al sitio de reubicación													
Labores de mantenimiento													
Monitoreo de sobrevivencia													
Elaboración de reporte													

**Tabla 69 Programa de rescate de flora.**

Para lograr una mayor supervivencia de ejemplares rescatados se deben realizar diversas acciones desde la selección de las plantas, manejo al retirarlas del sitio, transporte, mantenimiento y siembra, por lo que cada una de estas etapas es fundamental para garantizar la supervivencia de estos ejemplares. El riego y el manejo que se les dé a las plantas es fundamental.

De estas acciones una muy importante es las que se realicen en el vivero temporal, que contará con infraestructura para recepción y mantenimiento de las plantas, sombra artificial, depósito de agua, áreas para preparar sustrato y elaborar composta.

La tierra vegetal provendrá del área del proyecto y en caso de hacer falta de sitios autorizados. La tierra se mezclará con composta hecha del mismo material vegetal derivado del chapeo y de la limpieza del terreno, con las hojas, ramas y vegetación herbácea.

**Evaluación del rescate y reubicación (indicadores).**

Durante los trabajos de ejecución del rescate de flora se verificará cuál es el estado en que se encuentra la planta al momento de ser rescatada, y al termino de las semanas de rescate de volverán a tomar datos de su estado final.

- Se tomarán en cuenta datos como: plagas, vigor, forma de vida, especie, número de especies rescatadas y categoría de talla.
- Se procederá al análisis de datos de campo posteriormente se determinará el porcentaje y número de especies que sobrevivieron.
- Se espera lograr un 80% de sobrevivencia de los ejemplares rescatados y reubicados.

**Informe de avances y resultados.**

Se presentará un reporte al término del rescate y trasplante y posteriormente al año.

### **Monitoreo y seguimiento.**

Para llevar a cabo un correcto monitoreo y seguimiento de este programa de rescate de flora, se tendrá una bitácora específica en donde se registrará el número de ejemplares rescatados por especie y categoría de talla, y mensualmente se hará un reporte de las actividades del vivero temporal que incluya número de ejemplares establecidos en el vivero, ejemplares trasplantados al área de conservación, porcentaje de sobrevivencia. Acompañado de un álbum fotográfico.

Además de este programa de rescate de flora, se tendrá un programa de rescate de fauna, mismo que se describe a continuación:

### **PLAN DE RESCATE DE FAUNA EN EL PREDIO DEL ESTUDIO.**

#### **Objetivos:**

Realizar un rescate de fauna silvestre atendiendo a cada grupo taxonómico que la componen: anfibios y reptiles, aves y mamíferos.

Reunir en una base de dato la información morfométrica por individuos y realizar un marcaje de acuerdo a las técnicas de uso corriente en el manejo convencional de los organismos.

Reubicar los organismos rescatados y realizar un monitoreo posterior para buscar conocer acerca del éxito de sus reubicaciones.

Elaborar un reporte exhaustivo sobre todo el proceso de rescate y reubicación de los organismos. Posteriormente elaborar un informe sobre el monitoreo de los organismos rescatados y reubicados.

#### **Antecedentes:**

Con base en la información obtenida para el estudio de impacto ambiental que da cuenta sobre las comunidades de especies dentro del predio que incluyen a) la obtención de listados de la fauna silvestre (riqueza de especies); b) una valorización de la abundancia de las especies y su representatividad dentro del hábitat del sitio de estudio y c) conocer cuáles son las especies con problemas de conservación y su estatus dentro del predio.

#### **Metodologías**

El plan de rescate se ajusta a las características de los distintos grupos de la fauna silvestre con que su presencia ha sido documentada en el predio. Así se busca realizar el rescate de acuerdo a los grupos taxonómicos, anfibios y reptiles, aves y mamíferos. Y dentro de cada uno de estos, algunas aplicaciones específicas a ciertos grupos que comparten rasgos particulares como son el tamaño de los individuos, hábitos de actividad cotidiana y de alimentación.

#### **Para la herpetofauna.**

Si bien se tiene indicios que dentro del sitio del proyectos y zonas aledañas la herpetofauna parece estar escasamente representada, se trata de uno de los dos grupos de la fauna silvestre donde se debe enfocar el mayor esfuerzo. Esto debido a que la gran mayoría son animales que no pueden desplazarse como para alejarse del predio, al inicio y durante la realización de las obras. Por el contrario, por los hábitos de guardarse en sus sitios de descanso durante la mayor parte del día y por los hábitos nocturnos, requieren de atención particular. La captura de organismos será con el uso corriente de técnicas adecuadas, como el uso de redes de golpe, trampas fijas, entre otras.

Se utilizará el trazado de 20 cuadrantes de 100 m<sup>2</sup>, subdividido en cuatro sub-cuadrantes cada uno, y serán trabajados por dos personas capacitadas en el manejo de herpetofauna. Se propone así la participación de tres grupos.

Se plantea realizar el rescate con la meta de lograr dos cuadrantes por día por equipo de dos personas. Así, el tiempo que tomará este trabajo de rescate tendrá una duración máxima de cuatro días. El primero y cuarto día se realizarán recorridos nocturnos con los mismos equipos de

participantes. Con esto se podrá también incidir con las especies de hábitos nocturnos cuyos individuos no hayan sido localizados y capturado durante los trabajos diurnos en los cuadrantes.

El uso de equipo de campo deberá incluir, bolsas de tela de distintos tamaños, guantes de carnaza, ganchos herpetológicos, redes de golpeo y lámparas de cabeza. Durante la captura o antes de la liberación cada organismo será medido y marcado de acuerdo a las técnicas convencionales para cada grupo de organismos (Gallina y López, 2011).

Los organismos serán liberados dentro del mismo hábitat a una distancia no mayor a 500 metros del sitio del proyecto. Garantizando así en mayor medida que puedan permanecer dentro de la misma población a que pertenecen. Dependiendo de los individuos y especies rescatadas irán siendo liberadas sobre el trazo de una línea virtual buscando espaciar los organismos liberados en función del tamaño y capacidad de locomoción. La liberación de cada organismo deberá ser geo referenciada, para tener posibilidades de monitorear los resultados regresando posteriormente a cada punto y realizar búsquedas de los mismos, efectuando al menos dos visitas al sitio en el año siguiente, cada seis meses. Posteriormente regresar cada año durante los siguientes tres años.

#### **Para las aves.**

Para el plan de rescate de aves, se plantea que éste sea efectuado fuera de la temporada de reproducción. De no ser posible esto, es seguro que todos los polluelos que se encuentren en nidos no podrán ser rescatados con vida. Se ha escrito al respecto sobre rescate y reubicación de nidos, pero en realidad se trata de algo que no arroja resultados positivos. Al remover un nido se condena invariablemente a la muerte de embriones o polluelos aún con incapacidad de vuelo.

Para el rescate de las aves, simplemente se procederá a ahuyentarlas recorriendo el predio a lo largo por líneas en las que las seis personas que trabajarán en el plan, caminarán de manera paralela y coordinada produciendo gran cantidad de ruidos, partiendo del límite oriental, junto a la carretera, hasta el extremo opuesto del predio.

Los recorridos se efectuarán al menos en tres ocasiones y durante el rescate de la herpetofauna o, preferentemente, justo de manera previa al arranque de las obras. La capacidad de vuelo de las aves permitirá su alejamiento a distancias en que éstas puedan sentirse a salvo. Los ruidos de las maquinarias contribuirán a mantener alejados a los organismos.

Se considera que las aves permanecerán cerca de sus sitios de actividades originales, incluso dentro de los ámbitos hogareños de las mismas. Por lo que no se prevé afectaciones sobre las poblaciones. Esto debido al impacto puntual y reducido que representa la obra, dentro de la extensa superficie de selvas que la rodean.

#### **Para los mamíferos.**

Para los mamíferos se aplican lo mencionado para las aves. De hecho, el ahuyentamiento se aplica para la mayoría de organismos de ambos grupos taxonómicos: aves y mamíferos. No obstante, y como se ha mencionado en el documento al que este plan de rescate se anexa, los organismos de hábitos nocturnos que ocupen madrigueras dentro del predio, deberán buscarse su rescate y reubicación.

Para el rescate se procederá a colocar tres líneas de trapeo de diez trampas Sherman cada una separada a distancias de ocho metros. Para zarigüeyas y, se espera eventualmente para armadillos, se colocarán trampas de caja de tamaño adecuado. Cada trampa será colocada cerca de la entrada de aquellas madrigueras que tengan indicios de encontrarse ocupadas. Esto se determina por la limpieza y remoción de hojarasca, o marcas de trillas o paso reciente de organismos. El primer paso será ubicar las entradas de madrigueras, lo que se realiza de manera previa utilizando los datos obtenidos del muestreo de herpetofauna y mamíferos. Así como de recorridos complementarios buscando abarcar las áreas donde no se haya realizado el muestreo

previo, para conocer acerca de la presencia de organismos de fauna silvestre. Al mismo tiempo de la colocación de las trampas de colecta, se colocarán cámaras trampa para poder fotografiar y filmar la actividad de los organismos y conocer si estos se encuentran presentes y si no intentan llegar a los cebos dispuestos en las mismas.

Para el caso de los armadillos, que se considera difícilmente podrían entrar a las trampas de caja, con ayuda de rastros de actividad y, de manera ocasional, por los datos contenidos en las cámaras trampa. Se buscará hacerlos salir de las madrigueras excavando en puntos aledaños a la entrada y colocando una trampa en la misma. La idea es ahuyentar a los animales y hacerlos salir por las entradas determinadas previamente. Para lo cual lo que se indagará en el terreno la probable presencia de entradas alternas, mismas que serán tapiadas con rocas. En caso de que se tenga certeza de la presencia de un organismo y no sea posible hacerlo salir por los métodos mencionados, se utilizará la introducción de humo, únicamente de manera excepcional, para evacuar a los organismos y atraparlos a la salida con redes de golpe.

Al igual que los individuos de la herpetofauna que hayan sido rescatado durante la ejecución de este plan de rescate, los mamíferos que sean colectados serán medidos y marcados. Lo que será realizado mediante la aplicación de tintas no tóxicas y de larga duración, siendo marcados con unas rayas en colores distintivos y en número progresivo, siendo así para cada organismo que sea liberado. Estos números deberá medir al menos entre cinco y siete centímetros y gracias a esto podrán ser identificados a la distancia con el uso de binoculares. Las rayas, sus colores y ubicación en las zonas del cuerpo, pueden arrojar mejores resultados para la identificación de los individuos a la distancia que los números.

Para la reubicación de organismos de la mastofauna se seguirá lo descrito para el apartado de la herpetofauna, siguiendo los mismos procedimientos de manera puntual.

### Calendario.

Para el rescate y reubicación de la fauna se requiere al menos de una semana de trabajo intensivo. Los primeros cuatro días serán para las actividades de barrido de cuadrantes para la herpetofauna. Los días uno, tres y seis se realizarán dos recorridos por día de ahuyentamiento de fauna. Lo anterior para aves y mamíferos. Para los mamíferos con presencia probable en madrigueras, se colocarán las trampas y las cámaras durante el primer día de actividades y serán revisadas cada noche para ver si hay capturas o para restablecer las condiciones de operatividad de las trampas. Ya sea por habilitar nuevamente las entradas de las que pudieran cerrarse de manera eventual o para restituir cebos. La reubicación y liberación de organismos será realizada a partir del quinto al séptimo día restantes. En caso de ser necesario se utilizarán más días hasta que el plan haya sido cumplido a cabalidad.

### Captura, liberación y elaboración de informes

Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Cinco cuadrantes herpetofauna	Cinco cuadrantes herpetofauna	Cinco cuadrantes herpetofauna	Cinco cuadrantes herpetofauna	Cinco cuadrantes herpetofauna	Liberación de organismos	Liberación de organismos
Colocación de trampas	Colocación de trampas	Revisión de trampas	Revisión de trampas	Revisión de trampas	Liberación de organismos	Liberación de organismos
Tres actividades de ahuyentamiento		Tres actividades de ahuyentamiento		Tres actividades de ahuyentamiento		

**Tabla 70 Calendario de actividades del programa de rescate de fauna.**

### **Productos a entregar**

Listas de especies en documentos físicos y electrónicos con los datos morfométricos, de edad, sexo y peso y estimaciones cualitativas de la condición corporal y de comportamiento a la captura y manipulación para cada organismo capturado y liberado. Conteniendo así mismo las coordenadas en que cada uno haya sido liberado.

Archivos y memorias fotográficas y de video, presentadas de acuerdo a las referencias establecidas en la sistematización de la información.

El plan de monitoreo incluye una visita mensual.

El informe final será elaborado durante el mes siguiente al término de las actividades en campo. Los informes del monitoreo durante las semanas siguientes a cada una de las visitas efectuadas de acuerdo al calendario y un informe final al término de todas las actividades.

### **Requerimientos.**

#### **Requerimientos de personal.**

El requerimiento de personal deberá ser profesional y con experiencia en el manejo de fauna silvestre, el cual se deberá de disponer de un especialista y dos técnicos con conocimientos de vida silvestre como mínimo para apoyo.

#### **Capacitación e indicaciones al personal.**

Es importante que en primera instancia se haga del conocimiento a los trabajadores de lo siguiente:

Se prohíbe estrictamente al personal de la obra, la portación y uso de armas de fuego en el área de trabajo, excepto por el personal de vigilancia expresamente autorizado para ello (en su caso).

Quedan prohibidas las actividades de caza en las áreas aledañas a la zona de construcción, campamentos, así como la compra o trueque a lugareños de animales silvestres (vivos, embalsamados, pieles, y otros subproductos), cualquiera que sea su objetivo.

#### **Requerimientos de equipos.**

El equipo de campo que deberán contar los técnicos en fauna silvestre, son principalmente diversos tipos de encierros de diversos tamaños en caso de realizar el atrape de ejemplares, por ejemplo: trampas tipo cajón, redes de caída y de cañón, rifle de dardos, dardos, cerbatanas, trampas tipo corral, Sherman's, Tomahawk, encierros tipo jaula, encierros para mamíferos pequeños, etc; para las aves, se consideran redes ornitológicas, en caso de que se requieran

#### **Resultados esperados.**

Todas las acciones que se deriven del proyecto, la empresa promovente al contar con las autorizaciones en materia ambiental por parte de la ASEA. Deberá acatar y cumplir en su caso las condicionantes impuestas para iniciar las obras constructivas en el sitio del mismo.

Los resultados esperados serán positivos, al informar de las acciones que se deberán respetar a todos los obreros y principalmente a los operadores y responsables de la maquinaria, quienes serán los primeros en entrar al sitio para realizar la remoción lenta y prudente de la vegetación en la dirección adecuada permitiendo que la mayoría de los ejemplares de fauna silvestre que habitan en el predio, busquen nuevos sitios para su refugio y hábitat. Las acciones a tomar por el personal técnico en manejo de fauna silvestre y con el equipo con que se cuenta, se realizarán dichas actividades antes descritas.

### **Destino previsto para las especies rescatadas.**

El traslado de las especies rescatadas será en lugares donde se cuente con las condiciones naturales adecuadas y similares al sitio de captura, en primera instancia se tiene contemplado para su traslado, las especies de talla pequeña y mediana en aquellos puntos que no serán afectados por los trabajos de desmonte y despalme dentro del predio, de esta manera se evita caer en una extracción de organismos de sus áreas originales para reubicación en áreas o sitios alejados a su nicho.

En caso de ser necesario, aquellas especies que suponen algún tipo de riesgo como el caso de especies venenosas, de preferencia serán reubicadas en sitios alejados al proyecto en donde no exista presencia humana.

Durante la aplicación del programa, se pretende involucrar y capacitar a un grupo de trabajadores a fin de que conozcan la forma de detectar las diferentes especies de animales presentes y cuál debe ser su comportamiento ante tal eventualidad. Esto con el fin de que el personal sepa actuar en caso de encuentros fortuitos de organismos que se desplacen a las zonas de construcción. Dentro de los mismos objetivos se busca la permanencia de las especies en la zona de influencia alrededor del proyecto, mediante programas de protección informativa y de señalización.

El recorrido previo será antes de las actividades de desmonte con probabilidades de realizar rescate de fauna, privilegiando en todos los casos la huida natural de los ejemplares silvestres.

### **COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE.**

**Mantenimiento de maquinaria y equipo.** A los vehículos automotores y maquinaria que se utilizarán en la preparación del sitio y durante la construcción del proyecto se les dará mantenimiento adecuado para que las emisiones de gases que generen a la atmósfera a través de sus escapes, cumplan con los valores máximos de los parámetros que dictan las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015, 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 (D.O.F. 10/Junio/2015), NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (D.O.F. 8/Marzo/2018), además se verificará que cuenten con los silenciadores necesarios para prevenir el ruido excesivo.

**Riego del terreno.** Se regará de manera constante el terreno para mantenerlo húmedo y prevenir de esta manera el levantamiento de polvo que pudiera afectar a las inmediaciones, esta medida evitará que el polvo ocasionado por la construcción, se propague a otras áreas ocasionando molestias o hasta provocando algún accidente de tránsito.

### **COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO.**

**Instalación de letrinas portátiles.** En el predio se instalará una letrina portátil para el uso exclusivo de los trabajadores, evitando de esta manera la contaminación del suelo por excretas. A estas letrinas se les dará mantenimiento y limpieza por parte de la empresa que los rentará.

**Instalación de botes de basura.** Se instalarán botes de basura perfectamente rotulados en el predio, esta medida prevendrá la contaminación del suelo debido a los residuos orgánicos e inorgánicos que generarán los trabajadores durante la construcción.

**Instalación de letreros informativos.** Se instalarán señalamientos informativos alrededor del predio y en la vía de comunicación aledaña se instalarán señalamientos viales de acuerdo al reglamento de tránsito y a las normas de la materia vigente, esta medida tiene la intención de prevenir accidentes de tránsito por las obras y actividades que se realizarán en el predio.

**Barda perimetral.** El predio será delimitado con barda hecha con polines de madera y láminas de cartón, que evitarán molestias a los usuarios de la vía de comunicación colindante y para evitar que se perturben otras áreas.

### **3. ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

#### **COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA.**

**Sistema de drenaje de aguas pluviales.** Se contará con un sistema de drenaje para aguas pluviales que se descargarán al manto freático, lo que favorecerá la recarga del mismo y evitando la contaminación del agua, ya que este drenaje será independiente del drenaje de aguas residuales y aceitosas.

**Sistema de drenaje para aguas aceitosas.** Se contará con un sistema de drenaje de aguas aceitosas con su respectiva trampa de combustible y depósito de residuos, que en caso de la ruptura de equipos o de derrame de combustible esta trampa evitará que pueda ocurrir una filtración al acuífero, esta medida evitará contaminaciones al manto freático. En las zonas de descarga, despacho y almacenamiento que son las áreas donde se puede producir un derrame de combustible se contará con piso de concreto armado impermeable.

**Sistema de drenaje de aguas residuales.** Se contará con un sistema de drenaje de aguas residuales que se enviarán a una fosa ciega, de la cual serán retirados periódicamente por una empresa autorizada por el H. Ayuntamiento de Tulum, para su disposición final. Esta medida evitará la contaminación del manto freático.

**Tanque subterráneo de doble pared.** La Estación de Servicio contará con tanques subterráneos de doble pared acero-fibra de vidrio, del tipo ecológico, esta medida evitará la contaminación del acuífero por fugas de combustible, ya que contará con doble pared y sensores que detectarán posibles fugas.

**Construcción de fosa para tanque de combustible.** Se construirá una fosa de contención para alojar los tanques de almacenamiento con acabado interior impermeable, con el fin de evitar que en caso de derrames o siniestros estos se extiendan a otras áreas y evitar la contaminación del manto freático.

**Sistema de seguridad.** Se contará con válvulas de emergencia Break Away en las mangueras de despacho, válvulas de emergencia Shut Off en tuberías de suministro de combustible. Así como, con sistema de paro de emergencia y de control de llenado de tanques de almacenamiento. Con estos equipos modernos se prevendrán posibles derrames de combustible evitando la contaminación del acuífero y accidentes.

#### **COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE.**

**Sistema de venteo.** Se contará con un sistema de venteo que mantendrá los gases dentro del tanque, la cual evitará la emanación de vapores a la atmósfera, producto del trasiego de combustible del tanque de almacenamiento de la Estación al tanque de almacenamiento del vehículo.

**Extintores.** Se contará con extintores para combate contra incendio para actuar en caso de incendio.

#### **COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA Y FAUNA.**

**Construcción de áreas verdes.** La Estación de Servicio contará con áreas verdes que mitigará la vegetación que será removida, para lo cual se utilizarán especies nativas y se prohibirá el uso de especies exóticas.

## **COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO.**

**Pozo de observación.** En la Estación de Servicio se contará con dos pozos de observación en las esquinas de la fosa de contención de los tanques de almacenamiento, que permitirán detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo, evitando de esta manera la contaminación del suelo.

**Pozo de monitoreo.** En los linderos del predio se contará con cuatro pozos de monitoreo para evaluar la calidad del agua subterránea.

**Monitoreo electrónico.** Se contará con un sistema de monitoreo eléctrico que detectarán posibles fugas de combustible en dispensarios, tanques de almacenamiento y en tuberías de transporte de combustible.

**Limpieza general de la Estación de Servicio.** Se mantendrán siempre limpias las instalaciones de la gasolinera, áreas de circulación y oficina, depositando los residuos en las zonas destinadas para el acopio de residuos. Esta medida previene la diseminación de residuos en las inmediaciones y el terreno de la gasolinera.

**Limpieza de la trampa de combustible.** Se verificará de manera constante que la trampa de combustibles se encuentre en óptimas condiciones y se limpiará inmediatamente después de algún derrame. Esta medida garantizará la seguridad de empleados y consumidores al prevenir posibles accidentes por el derrame de combustibles que pudieran provocar un incendio.

**Programa de separación de residuos.** Se implementará un programa de separación de residuos en orgánicos e inorgánicos, esta medida posibilita la reutilización de materiales inorgánicos como los plásticos, vidrios y metales, así como de los materiales orgánicos, mediante su reutilización como fertilizantes. También previene la proliferación de fauna nociva como ratas, insectos, etc.

**Servicio de recolección de residuos.** Se contratará a una empresa autorizada para que periódicamente retire de las instalaciones los residuos generados. La remoción continua de estos residuos previene su acumulación y posibilidades de contaminación en la zona.

**Normatividad ambiental.** Durante la operación de la Estación de Servicio se acatarán las normas ambientales y de seguridad respectivas vigentes. Con esta acción se previene la contaminación del ambiente y se garantiza la seguridad de las inmediaciones, trabajadores y consumidores en la gasolinera.

**Programa de mantenimiento.** Se deberá cumplir estrictamente con los programas de mantenimiento preventivos establecidos para las instalaciones y los equipos. Esta medida garantiza el buen funcionamiento de las instalaciones y equipos, evitando de esta manera algún derrame de combustible.

**Pruebas de hermeticidad.** Previo a su puesta en servicio se deberá efectuar pruebas de hermeticidad a los tanques de almacenamiento y tuberías de trasiego de combustible. Esta medida evitará alguna posible fuga de combustible en los equipos, evitando accidentes, contaminación del ambiente y pérdidas económicas en la Estación y sus alrededores.

**Programa de capacitación.** Previo a la puesta en operación de la Estación de Servicio se deberá capacitar al personal en el manejo de los equipos y combustibles que se expendrán. Con esto se garantiza el buen manejo de los combustibles, la seguridad de los trabajadores y se le ofrece un buen servicio al consumidor.

**Programa Interno de Protección Civil.** Se contará además con un Programa Interno de Protección Civil para proteger a los usuarios de la Estación de Servicio y a los habitantes de las inmediaciones, con los procedimientos necesarios para actuar en caso de emergencia.

Cuando por cualquier motivo se ponga fuera de operación total o parcialmente una Estación de Servicio, para ejecutar trabajos de ampliación, reparación o sustitución de sus instalaciones, deberá de contarse con la previa autorización por escrito de la ASEA.

Los materiales y procedimientos constructivos, seleccionados por la firma responsable de la ejecución de la obra, se deben apegar a las diversas normas y especificaciones vigentes.

Los locales y demás áreas habitables, incluyendo baños y sanitarios, así como la bodega que por los productos que almacenen, contarán con iluminación y ventilación natural, independientemente de que se utilice cualquier otro medio.

Se utilizarán productos biodegradables para las labores de limpieza de las instalaciones de la Estación de Servicio.

En las áreas donde se determine el uso de pavimentos de concreto armado, para su elaboración se debe emplear concreto tipo I de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  y acero de refuerzo grado estructural  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . El espesor de las losas no podrá ser menor de 15 cm.

No obstante, se considera a la obra de bajo impacto ambiental, el manejo de combustible está considerado como una actividad riesgosa, por lo que se deben de tomar en cuenta las características de las sustancias que se manejarán.

## **MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA EL MANEJO SEGURO DE LOS COMBUSTIBLES**

### **Determinación de acciones a nivel interno.**

Procedimientos específicos de respuesta a emergencias o contingencias.

### **Derrame de combustible por mala conexión o rotura de la manguera, durante la descarga de combustible.**

- Accionar el botón de paro de la bomba de recibo de combustible.
- Cerrar válvula de descarga del autotank.
- No permitir el acceso al área a personas no autorizadas.
- Recoger el combustible derramado empleando material absorbente (telas oleofilicas, arena o sascab) y depositar los residuos en tambores.
- Lavar el área con agua y desengrasante biodegradable.
- Corregir las conexiones o cambiar la manguera fallada, según sea el caso.

### **Incendio ocasionado por un derrame de combustible.**

- Dar la voz de alarma (la persona que lo detecte).
- Accionar el paro de emergencia más próximo.
- Tratar de sofocar el incendio con los extintores que estén a su alcance.
- Dar aviso a los bomberos.
- Desalojar los vehículos que se encuentren dentro de la Estación de Servicio.
- No permitir el acceso al área de personas no autorizadas.
- Esperar instrucciones del encargado para abandonar las instalaciones y situarse en la zona de seguridad previamente establecida.
- Una vez apagado el fuego, remover los escombros y apagar llamas y brasas ocultas.
- Hacer limpieza del área afectada, depositando los residuos en tambores.

- Lavar el área con agua y desengrasante biodegradable.
- Corregir la falla que ocasionó el problema.
- Volver a activar el interruptor de paro de emergencia.
- Recargar los extintores que se hayan usado.

#### **Derrame de combustible por rebose del tanque de almacenamiento.**

Los tanques de almacenamiento tienen instaladas válvulas de sobrellenado (una por tanque) que cierra el paso del líquido al tanque cuando alcanza el 95 % de su capacidad, lo que evita el derrame de combustible al llenar el tanque, sin embargo en caso de una supuesta falla de la válvula y ocurra un derrame, se procederá de la siguiente forma:

- Cerrar la válvula del autotanque.
- Aislar el área del derrame.
- No permitir el acceso al área de personas no autorizadas.
- No arrancar el motor del autotanque.
- Recoger el combustible derramado empleando material absorbente (telas oleofilicas, arena o sascab) y depositar los residuos en tambores.
- Lavar el área afectada con agua y desengrasante biodegradable.

#### **Derrame de combustible por rebose del tanque del vehículo que se está llenando.**

- Cortar de inmediato de suministro de combustible, dejando de accionar la pistola de despacho.
- En caso de no cortarse el flujo de combustible con la acción anterior, accionar el paro de emergencia más próximo.
- No permitir que se arranque el motor del vehículo, que se encuentren en la isla de despacho.
- No permitir el acceso de personas al área del derrame.
- Colocar avisos de "Peligro no pasar".
- Recoger el combustible derramado, empleando material absorbente (tela oleofilica, arena, sascab) y depositar los residuos en tambores.
- Lavar el área afectada con agua y desengrasante biodegradable.
- No volver a usar la pistola fallada, hasta que haya sido reparada.
- Una vez terminada la limpieza retirar letrero de restricción.

#### **Derrame de combustible por desprendimiento de una manguera del dispensario.**

Si al desprenderse una manguera no opera la válvula de corte rápido (Shut off), proceder de la forma siguiente:

- Accionar el botón de paro de emergencia.
- Parar los motores de vehículos cercanos.
- Avisar al encargado de la Estación de Servicio.
- No permitir el acceso de personas no autorizadas al área del dispensario con falla.
- Colocar letreros de avisos restrictivos y aviso de peligro.
- Recoger el combustible que se haya derramado, utilizando material absorbente (tela oleofilica, arena, sascab) y depositar los residuos en tambores.
- Lavar con agua y desengrasante biodegradable el área afectada.
- Restablecer el interruptor cuando se haya reparado la manguera.
- Retirar letreros.

#### **Derrame de combustible por desprendimiento de un dispensario por impacto.**

Si al desprenderse un dispensario no opera la válvula de cierre rápido (Shut off), proceder de la siguiente manera:

- Accionar el paro de emergencia.
- Parar los motores de los vehículos cercanos.

- Avisar al encargado de la Estación de Servicio.
- No permitir el acceso de personas no autorizadas al área del dispensario desprendido.
- Colocar letreros de avisos restrictivos y de peligro.
- Recoger el combustible derramado empleando material absorbente (tela oleofilica, sascab) y depositar residuos en tambores.
- Lavar con agua y desengrasante biodegradable el área afectada.
- Restablecer el interruptor cuando se haya corregido el problema.
- Retirar letreros.

#### **Falla eléctrica con incendio.**

- Dar la voz de alarma.
- Accionar botón de paro de emergencia más cercano y desconectar interruptor principal de la corriente eléctrica.
- Tratar de sofocar el incendio con los extintores que están a su alcance.
- Dar aviso a los bomberos.
- Desalojar la zona afectada y cerrar el acceso poniendo el señalamiento respectivo.
- Esperar instrucciones del encargado para abandonar las instalaciones y situarse en la zona de seguridad previamente establecida.
- Una vez apagado el fuego remover los escombros y apagar llamas y brasas ocultas.
- Hacer limpieza del área afectada depositando residuos en tambores.
- Lavar el área con agua y desengrasante biodegradable.
- Corregir la falla que ocasionó el incendio.
- Volver a activar el interruptor de paro de emergencia y restablecer la corriente eléctrica.
- Retirar los señalamientos.
- Mandar a recargar los extintores utilizados.

#### **Huracanes.**

- Verificar el buen estado de los edificios como bardas, alambradas, rejas, ventanales y protectores de hierro.
- Solicitar las reparaciones necesarias.
- Verificar el buen estado y funcionamiento de los equipos de comunicación.
- Adiestrar al personal que integra la brigada y al que considere necesario para cubrir las guardias de 24 horas y que tomará decisiones durante el tiempo que dure la emergencia.
- Sintonizar los noticiarios de la frecuencia local comercial por medio de un radioreceptor y estar atento al curso de las condiciones meteorológicas.
- Mantener en bodega suficientes botellones de agua para su consumo durante y después del siniestro.
- Revisar y solicitar que se complete, si es necesario, el botiquín de primeros auxilios.
- Determinar las áreas de mayor seguridad para almacenar archivos y equipos delicados.
- Abastecerse de materiales tales como: Cinta canela, sogas, lámparas de mano, baterías, lonas impermeables, equipo de protección personal, etc.
- Desalojar todos los vehículos de la Estación de Servicio.
- Resguardar objetos livianos, asegurándolos con amarras. Acostar objetos largos, empaquetar los archivos forrándolos con plásticos y estibarlos en áreas de almacenaje. Proteger con material impermeable los equipos eléctricos y electrónicos.
- Planear las actividades que se desarrollarán (en cuanto a venta de producto) hasta mínimo 2 horas antes del inicio del meteoro.
- Eliminar cualquier objeto suelto que se encuentre en la Estación de Servicio, área de maniobras, y sobre todo los que estén cerca de los tanques de almacenamiento, para evitar que sean afectados.

- Asegurar puertas y ventanas protegiendo los cristales internamente con cinta canela colocada en forma de "X".
- Reunir al personal explicándoles la situación, haciéndoles conciencia de que deberán presentarse a las instalaciones inmediatamente al término de la emergencia.
- Establecer el personal de guardia.
- Sintonizar la radio para mantenerse informado del desarrollo del huracán.
- Cerrar las válvulas de los tanques de almacenamiento.

**Durante el ataque del Huracán efectuar las siguientes acciones:**

- Al inicio de los vientos, desconectar los interruptores principales de energía eléctrica para evitar un corto circuito y como consecuencia un incendio.
- Establecer el personal de guardia en el recinto preestablecido, de preferencia con alguna vista al exterior.
- No salir del lugar de reunión que se ha determinado como la más segura, salvo en casos de emergencia.
- Mantenerse alejado de puertas y ventanas.
- Si el viento abre alguna puerta, no dirigirse a ella en forma frontal.
- Mantenerse informado del desarrollo del meteoro por medio de la radio.
- NO salir del refugio hasta que las autoridades indiquen que ha pasado el peligro.

**Después de concluida la emergencia se procederá como sigue:**

- Realizar una inspección para evaluar daños a la Estación de Servicio y redactar un reporte.
- Cerciorarse de que no existan líneas de energía eléctrica dañadas o tiradas antes de cerrar los interruptores de acometida.
- Despejar las áreas afectadas por los derrumbes a fin de normalizar las actividades.

**Evacuación de la Estación de Servicio.**

Para evacuar la Estación de Servicio, en caso de emergencia, se deben tomar las siguientes medidas:

- Contar con plano del inmueble, indicando, accesos, extintores, salida de emergencia, ruta de evacuación y áreas de seguridad.
- Enlistar los tipos de riesgo a los que se encuentra expuestos el inmueble.
- Eliminar riesgo y obstáculos que puedan entorpecer el proceso de evacuación. (autos estacionados a la entrada, equipo u objetos fuera de su sitio).
- Conocer el procedimiento de evacuación de la Estación de Servicio.

Para efectuar la evacuación de la Estación de Servicio, en caso necesario, se tomarán las medidas siguientes:

- En caso de emergencia, se dará aviso a todo el personal de la Estación de Servicio y personas que estén cargando gasolina.
- El responsable del inmueble, deberá evaluar la situación.
- Si es necesario se inicia el proceso de evacuación.
- Indicar la vía de salida, dando prioridad a personas que a vehículos.
- Conducirá a la población del inmueble a la zona de seguridad más cercana.
- Elaborar un censo con las personas evacuadas
- Dirigir el acceso de las unidades de emergencia hacia el sitio del siniestro.
- Colaborar en lo posible con las unidades de apoyo.
- Una vez concluida la evacuación, se procederá como sigue:
  - Realizar un informe del número de personas presentes al momento del siniestro y el número de elementos (personas y vehículos) participantes en la emergencia.

- Estimar las pérdidas de vidas humanas y cantidad de heridos.
- Evaluar las condiciones de la Estación de Servicio, reportando el nivel de afectación.

### **Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas eléctricas.**

Bloqueo, etiquetado y candado es un conjunto de procedimientos de seguridad diseñados para reducir el riesgo de lesiones debido a una activación accidental de la maquinaria o energización del sistema eléctrico durante el servicio o mantenimiento.

El bloqueo, etiquetado y candado es obligatorio para asegurarse que, antes que cualquier empleado realice servicios o mantenimiento en una maquina o equipo donde el encendido o energización pudiera ocurrir o el escape de energía almacenada y pueda causar lesiones. La máquina o equipo debe ser aislada de la fuente de energía de manera que no se pueda operar.

### **Procedimiento de bloqueo.**

1. *Notifique a los empleados implicados.*
2. *Preparación para apagado.* Antes de que el personal autorizado apague la maquina o el equipo, necesita saber el tipo y la cantidad de energía, los riesgos de la energía, y el método y los medios de controlarla.
3. *Apagado de Maquinas o Equipos.* Después la máquina será apagada de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante. Un apagado en orden evita el aumento de los peligros para los empleados.
4. *Aislamiento de Maquinas o equipo.* Toda la energía que la maquina utiliza será localizada y aislada de sus fuentes.
5. *Aplicación de dispositivos de Bloqueo/Etiquetado.* Luego, el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado será colocado en el dispositivo de aislamiento de energía por un empleado autorizado.
  - A. El dispositivo de bloqueo debe bloquear el dispositivo de aislamiento de energía en una posición de seguro u off.
  - B. Los dispositivos de etiquetado serán de material duradero.
    - i. La etiqueta debe ser colocada en el mismo lugar en que se hubiera colocado el dispositivo de bloqueo.
    - ii. El dispositivo de etiquetado debe prohibir claramente la activación de la maquina o equipo.
6. *Energía Almacenada.* La energía almacenada será liberada, desconectada, contenida o de otra manera asegurada. Estas fuentes de energía incluyen eléctrica, neumática, hidráulica, mecánica, termal química y la fuerza de gravedad.
7. *Verificación de aislamiento.* Antes de comenzar a trabajar en la máquina que ha sido bloqueada o etiquetada, el empleado autorizado verificará que el aislamiento en la maquina o equipo se ha completado. Intentando encender el equipo o con algún instrumento de medición de voltaje.

### **Eliminación del bloqueo/etiquetado y procedimientos de puesta en marcha.**

1. Los empleados autorizados deben asegurarse de que las herramientas han sido retiradas de la maquina o equipo y que todos los componentes pueden ser operados.
2. Todos los empleados deben permanecer a una distancia segura de la maquina o el equipo.
3. Cada dispositivo de Bloqueo/Etiquetado debe ser removido por el empleado que lo aplico. Si el empleado que aplico el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado no está presente, el dispositivo debe ser retirado bajo la dirección del jefe de mantenimiento. El procedimiento a seguir en caso de la ausencia del empleado autorizado debe contener:

- a. Verificación de parte del jefe de mantenimiento que el empleado autorizado está ausente de la instalación.
  - b. Esfuerzos razonables para contactar al empleado autorizado para el retiro de los dispositivos de Bloqueo/Etiquetado.
  - c. Comunicar al empleado antes que regrese a trabajar, que el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado ha sido retirado durante su ausencia.
4. Notifique a todos los empleados implicados y al encargado de la Estación de Servicio antes de volver a activar el equipo.
  5. Retire los dispositivos de bloqueo/etiquetado.
  6. Vuelva a activar el equipo para garantizar que el funcionamiento sea seguro.

#### **Procedimiento para prueba o posicionamiento de un candado o etiqueta en una maquina:**

1. Retire cualquier herramienta o material usados.
2. Asegúrese de que no hay otros empleados en la máquina.
3. Retire los dispositivos de bloqueo/etiquetado del dispositivo de aislamiento de energía.
4. Energice y proceda con la prueba o posicionamiento.
5. Desactive todos los sistemas y re aplique los procedimientos de control de energía establecidos por los procedimientos .de bloqueo/etiquetado.

#### **Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas con productos.**

Bloqueo, etiquetado y candado es un conjunto de procedimientos de seguridad diseñados para reducir el riesgo debido a una activación accidental de una línea de combustible durante el servicio o mantenimiento.

El bloqueo, etiquetado y candado es obligatorio para asegurarse que, antes que cualquier empleado realice servicios o mantenimiento en una maquina o equipo donde el flujo de combustible pudiera ocurrir o la fuga del mismo pueda causar lesiones o accidentes. La máquina, equipo o sección de tubería debe ser aislada, de manera que no pueda existir combustible.

#### **Procedimiento de bloqueo.**

- *Notifique a los empleados afectados.*
- *Preparación.* Antes de que el empleado autorizado bloquee la línea, se deberá de realizar el procedimiento de etiquetado, bloqueo y candado de líneas eléctricas en caso de existir maquina o equipo, el empleado autorizado necesita saber el tipo de combustible, los riesgos, y el método y los medios de controlar una fuga o derrame.
- Después la sección de trabajo será bloqueada de acuerdo con los procedimientos establecidos por el constructor de la línea de tuberías. Un bloqueo en orden evita el aumento de los peligros para los empleados.
- *Aislamiento.* Todo el combustible que se ubique en las tuberías será localizada y aislada del tanque de almacenamiento que es su fuente.
- *Aplicación de dispositivos de Bloqueo/Etiquetado.* Luego, el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado será colocado en las válvulas del sistema de tuberías de productos por un empleado autorizado.
  - El dispositivo de bloqueo debe bloquear la válvula de corte o emergencia en una posición de cerrado.
  - Los dispositivos de etiquetado que se utilizarán serán de material resistente.
- La etiqueta debe ser colocada en el mismo lugar en que se hubiera colocado el dispositivo de bloqueo.
- El dispositivo de etiquetado debe prohibir claramente la apertura de la válvula.

- *Combustible almacenado.* El combustible remanente en la tubería que se bloqueó deber contenida, recuperada y en caso de derrames recogida con materiales absorbentes y dispuestos en el almacén temporal de residuos peligrosos.
- *Verificación de aislamiento.* Antes de comenzar a trabajar en la zona, el empleado autorizado debe verificar que no existan atmosferas inflamables por medio de un detector.

#### **Eliminación del bloqueo/etiquetado y procedimientos de puesta en marcha.**

- Los empleados autorizados se asegurarán de que las herramientas han sido retiradas de la zona y que toda la sección de la tubería se encuentre bien instalada.
- Se debe de verificar la hermeticidad de la tubería de productos, realizando las pruebas necesarias por medio de una unidad de verificación autorizada.
- Cada dispositivo de Bloqueo/Etiquetado será removido por el empleado que lo aplico. Si el empleado que aplico el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado no está presente, el dispositivo debe ser retirado bajo la dirección de encargado de mantenimiento. El procedimiento a seguir en caso de la ausencia del empleado autorizado debe contener:
  - Verificación de parte del empleador que el empleado autorizado está ausente de la instalación
  - Esfuerzos razonables para contactar al empleado autorizado para el retiro de los dispositivos de Bloqueo/Etiquetado
  - Comunicar al empleado antes que regrese a trabajar, que el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado ha sido retirado durante su ausencia.
- Notifique a todos los empleados afectados y al supervisor del sitio antes de volver a abrir las válvulas.
- Retire los dispositivos de bloqueo/etiquetado.
- Vuelva a abrir las válvulas de la tubería de conducción de combustibles.

#### **Medidas de seguridad para realizar trabajos “en caliente” o que generen fuentes de ignición.**

Para los casos en los que se justifique realizar trabajos “en caliente”, antes de iniciar se analizarán las actividades a realizar y las áreas donde se llevarán a cabo, para identificar los riesgos potenciales y definir las medidas a seguir para garantizar la seguridad de las personas e instalaciones durante el desarrollo de las actividades. Además, se cumplirá con lo establecido en los procedimientos de mantenimiento y recomendaciones del fabricante.

- Suspender el suministro de energía eléctrica a todos los equipos de bombeo y despacho de combustibles y aplicar procedimiento de seguridad de etiquetado, bloqueo y candado donde sea requerido.
- Despresurizar y vaciar las líneas de producto.
- Inspeccionar las áreas donde se realizarán las actividades, y eliminar fugas, derrames o acumulaciones de combustibles.
- Los equipos que previamente contuvieron materiales combustibles o inflamables hayan sido purgados, estos se deben limpiar a fondo, las tuberías o las conexiones de los equipos, las válvulas deben de encontrarse en posición cerrada (bloqueadas) y deben colocarse juntas ciegas.
- Limpiar las áreas de trabajo.
- Retirar los residuos peligrosos generados.
- Verificar con un explosímetro que no existan concentraciones explosivas de vapores.

- El equipo que produce llamas o chispas se inspeccionará y comprobará que se encuentra en buen estado de funcionamiento, como son: las máquinas de soldar, equipo oxiacetileno, motores de combustión interna, equipos eléctricos, etc.

### **Trabajos en alturas con escaleras o plataformas superiores a 1.5 m.**

Todos los trabajos de inspección, mantenimiento, limpieza y sustitución de equipo e instalaciones que se realicen en escaleras o plataformas superiores a 1.5 m de altura, deben cumplir con los requisitos siguientes:

- a. Instalar plataforma en áreas con suelo firme.
- b. Para estabilizar la plataforma, la relación entre la altura y ancho de la plataforma no debe exceder de 3.5:1 para instalación fija y 3:1 para instalación móvil.
- c. Verificar que las ruedas instaladas en los montantes de las plataformas móviles sean de por lo menos 125 mm de diámetro y que estén equipadas con dispositivos de frenos en las ruedas que no se puedan soltar por accidente.
- d. Instalar la escalera de acceso en el interior de la plataforma y contar con una tapa de acceso con seguro en la sección superior.
- e. Al realizar los trabajos sobre la plataforma utilizar equipo de protección personal, tales como: casco, guantes, calzado dieléctrico y equipo de protección personal para interrumpir caídas de altura.

### **Las reglas generales a observar para trabajos en alturas son:**

Todo trabajo de altura debe considerarse como trabajo potencialmente peligroso y como tal para su ejecución deberá elaborarse un análisis del riesgo y considerar los siguientes puntos:

- Al trabajar en lugares elevados es indispensable estar al menos amarrado de un punto y si es posible de dos puntos diferentes, los puntos de amarre deben ser lo suficientemente robustos para resistir una caída libre, (no utilizar como punto de amarre tubería conduit eléctrica, charolas de instrumentación, tubería de instrumentación, líneas de servicio menores de 3" de diámetro, líneas calientes).
- Las herramientas autorizadas para realizar trabajos en alturas son: escaleras rectas y/o de tijera, andamios, canastillas, plataformas entre otros. Queda estrictamente prohibido el uso de accesorios como tambores, cubetas, plataformas inestables etc.
- Las escaleras y andamios deberán sujetarse a una estructura diferente a ductos eléctricos o de instrumentos.
- Queda prohibido a las personas que trabajan en lugares elevados caminar en camas de tuberías, charolas eléctricas, instrumentos, equipos o líneas.
- Es obligatorio el uso de arnés de seguridad cuando se trabaje en alturas que sobrepasen los barandales en cualquier nivel de la planta.
- Es obligatorio utilizar arnés y cable de vida donde se realicen actividades con pisos resbalosos, en escaleras fijas, plataformas sin barandal o en lugares similares donde se requiera minimizar el riesgo de caída libre.
- El personal manual que va a trabajar en altura deberá acatar las medidas de seguridad indicadas en el permiso de trabajo.
- Durante la ejecución de las actividades en altura, cumplir con el procedimiento para el manejo y disposición de residuos peligrosos e industriales que se generen, con el fin de eliminar toda posibilidad de que ocurra un incidente ambiental.
- Para los trabajos en altura deberá considerar lo especificado en "medidas de seguridad para trabajos en altura"
- En todos los trabajos de altura deberá ser usado el arnés con cable de sujeción, punto fijo y casco con barbiquejo.

- El trabajador que va a realizar una actividad en altura, debe revisar que las escaleras, andamios, canastillas y plataformas estén en buenas condiciones así como el equipo de protección contra caídas, en caso contrario deberá reportarlo a su jefe inmediato, suspender la actividad y reanudar el trabajo hasta que se corrijan las desviaciones.
- No deben realizarse trabajos en altura a cielo abierto durante lluvia, tormentas eléctricas, niebla o vientos mayores de 30 km/hr. En los casos en que la prioridad de la actividad lo requiera el grupo técnico tomara acciones preventivas para continuar la actividad.

### **Líneas de vida**

- En las áreas en donde no se tenga un punto de anclaje para asegurar el cable de sujeción del arnés deberá instalarse una línea de vida en forma vertical u horizontal soportada por dos o más anclajes, independientes de la superficie de trabajo, para poder desplazarse sin exposición a la caída, manteniendo siempre la línea de vida por encima de la cabeza del trabajador, procurando situarla a una distancia que permita engancharse y poderse desplazar en la actividad.
- El personal responsable de la ejecución de los trabajos en altura deberá inspeccionar las líneas de vida antes de su uso, debiendo verificar que la cuerda al flexionarse no presente roturas de hilos, cortes o excesiva abrasión.
- La línea de vida se debe sujetar firmemente de dos puntos fijos como mínimo.
- Cuando se realicen actividades en alturas los trabajadores deben asegurarse que la línea de vida no está cortada, pinchada, o colocada sobre una parte filosa, de manera que la línea de vida se mantenga permanentemente conectada a una estructura.
- Si la longitud de línea de vida es mayor a 20 metros se recomienda tener o facilitarse soportes intermedios cada 10 mts; y que el cable pase por un “ojillo” a través del ángulo de cada soporte.
- La línea de vida no deberá tener nudos ni irregularidades en el trayecto de su longitud, si son necesarias solo se permiten “Gasas”.
- La línea de vida no deberá tener empates intermedios solo deberán realizarse en el punto de un soporte con adecuado amarre al mismo.
- Al trabajar en techos, se recomienda habilitar “Gasas” en la línea de vida necesarias para sujetar los cables de sujeción cada 2 metros.

### **Cable de sujeción**

- Para desplazamientos en trabajos de altura se deberán de usar 2 cables de sujeción, con la finalidad de no desengancharse uno hasta no tener enganchado el otro.
- No está permitido realizar o habilitar cuerdas de extensiones al cable de sujeción por ningún motivo. Es necesario implementar una línea de vida para acercarse al punto de trabajo.
- El cable de sujeción deberá ser independiente para cada trabajador.
- El cable de sujeción debe ser de fibras sintéticas, metálicas o combinadas provista de ganchos en ambos extremos para que sea conectado fácilmente al anillo “D” del arnés. No deben ser usadas líneas de sujeción de cuero.
- Para trabajos donde exista el potencial de contacto del cable de sujeción con una superficie caliente o filosa, se deberá de usar línea de sujeción de alambre de acero con arrestador de caídas.
- Para reducir la distancia de caída libre se pueden usar cables de sujeción de medidas más cortas (0.90 m, 1.20 m, 1.50 m y 1.80 m).

### **Arnés**

Antes de iniciar la actividad el personal responsable de la ejecución de los trabajos deberá realizar la revisión del arnés, de la siguiente manera:

- Flexionando o doblando el cinturón para verificar que no tenga partes dañadas.
- Las costuras no deben mostrar deshilachamiento, cortaduras, quemaduras u otros signos de debilidad.
- Los herrajes (anillos, ganchos, hebillas, etc.) no deben presentar fisuras, fracturas, accesorios falsos u otros signos que puedan afectar su resistencia mecánica.

### **Punto fijo**

- Verifique que el punto de anclaje de donde se colocará el punto fijo sea lo suficientemente fuerte, para resistir la fuerza necesaria para detener una caída.
- Inspeccione el punto de anclaje y verifique que no tenga daños antes de conectarse a él.
- Use un punto de anclaje que no tenga obstáculos debajo de él, sobre los cuales podría caer o golpear.

### **Andamios**

#### **Características y Selección de los Componentes del Andamio:**

- a) Bases del andamio. Deberán ser seleccionadas dependiendo de las características de la superficie ó del terreno en donde se instalará el andamio, con las siguientes consideraciones:
  - Base Fija: Para superficies planas y firmes.
  - Base Móvil o Rodante: Para superficies planas y firmes.
  - Base de Tornillo o Niveladora: Para superficies o terrenos irregulares y/o con desnivel.
- b) En caso de usar bases móviles o rodantes deberán contar con seguro o cuñas para poder evitar desplazamientos cuando el andamio este fijo.
- c) La mariposa de las bases de tornillo o niveladoras no deberán exceder una altura mayor a las dos terceras partes de su altura total.

#### **Medidas de seguridad para el uso de andamios.**

- Todo el material que se esté utilizando sobre la plataforma del andamio como puede ser: ladrillo, bloques de concreto ó algún otro material, no debe ser apilado más de 60cm de alto en la plataforma del andamio.
- Nunca utilice el barandal o los miembros estructurales del andamio para levantar cargas, ya que al sufrir alteraciones se afecta su integridad mecánica.
- No se debe acceder por los barandales ó por los puntales del andamio, utilice sus escaleras del mismo.
- Nunca deberá soportar o apoyar un andamio sobre objetos inestables como tanques, latas, cubetas, cajas, blocks de concreto, ladrillos sueltos, etc.
- En caso de superficies suaves como arena, arcilla, grava, etc., se deberá usar blocks de madera o tablones u otro material para dar firmeza y apoyo a cada una de las bases (esto solo aplica para las bases fijas y de tornillo).
- Deberá utilizarse una cuerda para subir o bajar lo necesario y no deberá arrojarse desde o hacia el andamio ninguna de sus partes, herramientas, materiales, equipos y/o cualquier otro objeto.
- No se deberá usar el andamio para levantar o sostener objetos con diferenciales, etc.
- No se deberá de mover o trasladar un andamio con material, objetos o personas sobre el mismo.
- Cuando la altura del nivel de la plataforma de trabajo exceda los 3 metros el andamio deberá ser amarrado a una estructura cercana y cuando rebase los 5 metros deberá ser reforzado contraventeos tubulares desde su base, en forma transversal.

- Cuando se utilice un andamio móvil las ruedas deben de tener sus tornillos de sujeción en buen estado.
- Las plataformas de los andamios deberán cubrir completamente el espacio de trabajo y deberán ser metálicas. En casos especiales, podrán utilizarse tablonces de madera que cumplan con las siguientes características de seguridad: ancho de 12 pulgadas (30 cm) y 2 pulgadas (5 cm) de espesor, madera libre de ojillos o rajaduras, sujetarse de manera segura y ser autorizado su uso por la máxima autoridad de mantenimiento del centro de trabajo o instalación.

### **Medidas de seguridad para el uso de Escalera.**

- Las escaleras deberán utilizarse en espacios donde no se pueda colocar un andamio.
- Las personas que trabajan cerca de líneas, equipos o partes energizadas con potencial eléctrico (voltaje) deberán usar escaleras con material dieléctrico.
- Antes de iniciar una actividad en escalera el operario responsable del trabajo; deberá de verificar que los peldaños, soportes y zapatas estén libres de grasas o aceites e inspeccionar que los peldaños no tengan astillas, extremos cortantes, filos o proyecciones. Las escaleras con reparaciones improvisadas roturas, peldaños faltantes, largueros rotos u otro daño no deberán ser utilizadas.
- Las escaleras de mano (rectas de una sola pieza) no deben exceder 6.0 m de longitud, durante su uso deberán estar sujetas a un lugar firme y seguro (preferentemente de la parte superior de la escalera y no serán usadas para acceder a un techo, salvo que la parte superior de la escalera se extienda o sobresalga al menos un metro por encima del soporte en el alero, canal o techo.
- En caso de que la escalera no pueda sujetarse de ninguna parte, un trabajador sostendrá la escalera de la parte inferior todo el tiempo que el trabajador este realizando la actividad asignada.
- Para una correcta colocación de las escaleras, es importante que la inclinación de las escaleras sea aproximadamente de unos 15°-20°, y la separación con respecto a la pared sea de 1/4 de la longitud de la escalera, debiendo apoyarse sobre piso firme y contra una superficie sólida y fija, de tal forma que no se pueda resbalar ni oscilar.
- En trabajos en el interior del cuarto de control de motores, registros de cableado y subestaciones eléctricas sólo se usará escalera de madera ó de fibra de vidrio, debiendo el operario responsable del trabajo asegurarse que los puntos de amarre sean los adecuados para soportar las cargas.
- Se deberá bajar y subir las escaleras siempre de frente y no se deberán llevar materiales o herramientas que impidan el uso de las manos, los largueros laterales podrán ser usados como ayuda para subir, pero deberán ser de tal manera que brinden un agarre adecuado y no presenten puntas filosas, astillas o protuberancias.
- La persona que trabaje arriba en la escalera deberá utilizar arnés con cable de sujeción asegurado a un punto firme.
- No se permite subir en la escalera a más de una persona ya que están diseñadas, para una carga trabajo de 100 kg.
- Cuando use escalera de tijera, debe quedar abierta al máximo de sus topes o seguros para que no resbale durante su uso.
- Las escaleras no deberán ser colocadas en frente de puertas que abran hacia la escalera a menos que la puerta este bloqueada, señaliza con barricadas o cerrada con llave.
- Las escaleras no se deberán usar en posición horizontal como plataforma o andamio.
- Las escaleras de extensión no deben abarcar una longitud mayor a 9.0 mts.
- Las escaleras de tijera no deben ser usadas a alturas mayores a 3.6 mts.

- Las escaleras no deberán sujetarse de tubería conduit y tubings de instrumentos ni recargarse sobre tuberías de 1 1/2" de diámetro o menor.
- Las escaleras no deberán moverse mientras tengan gente trabajando arriba de ellas.
- Las escaleras de longitud mayor de 3.5 m, deben ser transportadas por dos personas.
- No separar escaleras de extensión en sus secciones para ser usadas en forma separada.
- No utilizar las escaleras de tijera en forma recta.
- No utilizar cajas, tambores, u objetos similares como escaleras o soportes de escaleras.
- Se deberán pintar de color rojo los dos últimos travesados de la escalera como señal de prohibición para subir o pararse.
- Por ningún motivo se deberán amarrar escaleras para lograr una mayor longitud.

### **Trabajos en áreas confinadas.**

El trabajo en áreas confinadas que se pueden realizar en la Estación de Servicio son por trabajos de mantenimiento y limpieza de los tanques de almacenamiento. El Responsable de la Estación de Servicio realizará estos trabajos de acuerdo al procedimiento interno de trabajos en áreas confinadas y a la norma NOM-005-ASEA-2016.

Antes de ingresar a un espacio confinado se contará con un permiso de trabajo y se harán las pruebas de atmósfera para determinar el porcentaje de explosividad, el contenido de oxígeno y la concentración de los posibles materiales tóxicos que pudieran estar presentes.

Se tomarán las medidas preventivas requeridas según el caso en cuanto a: equipo de protección personal, características de las herramientas y equipos a utilizarse, ventilación, uso de materiales en el interior del espacio, iluminación, vigía en el exterior, comunicación, toma de muestras de atmósfera, etc., y se evitará la presencia en el interior de cilindros de gas. Asimismo, se tendrán los medios necesarios para dar la voz de alarma en caso necesario.

### **Monitoreo al interior en espacios confinados.**

Se monitoreará constantemente el interior del tanque para verificar que la atmósfera cumpla con los requisitos indicados en la NOM-005-ASEA-2016.

Las lámparas que se utilicen para iluminar un espacio confinado, deben ser de uso rudo y a prueba de explosión. Todos los equipos de bombeo, venteo, y herramientas deben ser de función neumática, anti chispa o a prueba de explosión.

### **Limpieza interior de tanques.**

La limpieza de los tanques se debe realizar preferentemente con equipo automatizado de limpieza de tanques, con base en su programa de mantenimiento o cuando la administración de la Estación de Servicio así lo determine. Las actividades de limpieza deben ser ejecutadas con personal interno o externo, competente en la actividad y se debe registrar en bitácora. Se deben cumplir los requisitos siguientes:

- Extender autorización por escrito, registrando esta autorización y los trabajos realizados en la Bitácora.
- Drenar y vaporizar los tanques de almacenamiento, antes de realizar cualquier trabajo en su interior, en caso de que ingrese personal al interior. Durante el tiempo que el trabajador se encuentre dentro del tanque de almacenamiento de combustibles, estará vigilado y supervisado por trabajadores de acuerdo con los procedimientos de seguridad establecidos, además utilizará equipo de protección y seguridad personal, un arnés y cuerda resistente a las sustancias químicas que se encuentren en el espacio confinado, con longitud suficiente para

poder maniobrar dentro del área y ser utilizada para rescatarlo cuando se requiera, y equipo de respiración en caso de ser necesario.

El responsable de la Estación de Servicio debe cumplir los procedimientos internos Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas eléctricas; Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas con productos y colocar señales y avisos de seguridad que indiquen las restricciones mientras se lleva a cabo el trabajo.

#### **Requisitos de la atmósfera para trabajos en el interior del tanque.**

- Que el contenido de oxígeno esté entre 19.5% y 23.5%; en caso contrario se tomarán las medidas pertinentes, tanto para el uso de equipo de protección respiratoria autónomo con suministro de aire, como para la realización de actividades en atmósferas no respirables.
- La concentración de gases o vapores inflamables no será superior en ningún momento al 5% del valor del límite inferior de inflamabilidad y de 0% en el caso de que se vaya a realizar un trabajo de corte y/o soldadura.
- Se debe contar con un sistema de extracción mecánica portátil para ventilar el espacio confinado.
- Las lámparas que se utilicen para iluminar un espacio confinado, deben ser de uso rudo y a prueba de explosión.

#### **VI.2. IMPACTOS RESIDUALES.**

El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación es la plancha de concreto y la pavimentación sobre el suelo, lo que impide la penetración de agua y la recuperación de la cobertura vegetal en el sitio.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

### VII.1. Pronostico del escenario.

De acuerdo a las observaciones de campo, el predio del proyecto se modificará al pasar de un terreno baldío a una Estación de Servicio y Locales Comerciales con áreas verdes propias de la región.

El predio del proyecto se encuentra cubierto por vegetación de Selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria, derivado de este tipo de vegetación, que serán eliminadas; parte de los residuos vegetales serán triturados y composteados y el resto se enviará al relleno sanitario y como medida de mitigación se construirán áreas verdes. En las zonas consideradas para áreas verdes se dejarán en pie los ejemplares arbóreos y palmas que no representen riesgo para las instalaciones.

En el predio se observaron ejemplares de las especies *Coccothrinax readii*, *Thrinax radiata*, *Pseudophoenix sargentii*, *Beaucarnea pliabilis* y *Tabebuia chrysantha*; estos serán rescatados y reubicados hacia las zonas que están contempladas como áreas verdes.

En el proyecto se tiene contemplada la construcción de áreas verdes con ejemplares de la región con el objeto de minimizar el impacto a la flora, lo que deberá de resultar en una Estación de Servicio y Locales Comerciales acorde con el lugar donde se proyecta. No obstante que la obra es de bajo impacto ambiental, el hecho de manejar combustibles, así como los riesgos derivados del mismo, requiere de considerar los elementos y medidas necesarias para minimizar el daño ambiental, a los clientes y a las instalaciones mediante los equipos como extintores, tanques de doble pared subterráneos, tuberías de doble pared, válvulas de sobrellenado de tanques, válvulas shut off, válvulas break away, sistema de monitoreo, etc y capacitación a los empleados.

### VII.2. Programa de vigilancia ambiental.

Con el objeto de verificar que no existan impactos ambientales que no estén considerados en el estudio o que sean resultado de no implementar los programas y medidas de mitigación, se proponen los siguientes indicadores de calidad ambiental en un programa de monitoreo que pueda realizarse cada 6 meses y considere los siguientes puntos:

- a) Hidrocarburos en sedimentos (en los sitios cercanos a la Estación de Servicio).
- b) Monitoreo electrónico, mediante el pozo de monitoreo se evaluará la calidad del agua subterránea.

### VII.3. Conclusiones.

Los riesgos derivados de la operación de la Estación de Servicio son los asociados al manejo de combustibles, sin embargo, su operación **NO SE CONSIDERA COMO UNA ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA**; ya que el volumen de combustibles que se manejará es menor que la cantidad del reporte de acuerdo al segundo listado de actividades altamente riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992.

El sistema ambiental del sitio donde se construirá el proyecto está siendo impactado por la operación de la carretera federal Puerto Juárez-Tulum, se observa en la zona terrenos baldíos, vías de comunicación pavimentadas, energía eléctrica, fibra óptica y telefonía celular, lo que está incidiendo en el deterioro de los factores ambientales principalmente en la vegetación y la fauna.

El predio del proyecto se encuentra cubierto por vegetación de Selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria, derivado de este tipo de vegetación que serán eliminadas, parte de los residuos vegetales serán triturados y composteados y el resto se enviará al relleno sanitario y como medida de mitigación se construirán áreas verdes. En las zonas consideradas para áreas

verdes se dejarán en pie los ejemplares arbóreos y palmas que no representen riesgo para las instalaciones.

En el predio se observaron ejemplares de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estos ejemplares serán rescatados y reubicados hacia las zonas que están contempladas como áreas verdes.

Se realizará la nivelación del predio tomando como base el nivel de la carretera aledaña, para evitar encharcamientos. También se observó basura, que con la limpieza del predio serán enviados al relleno sanitario.

Debido a que los factores ambientales del sitio están siendo modificados por el crecimiento de la zona urbana y la operación de la vía de comunicación, esto ha implicado la presencia de una vegetación secundaria y la fauna silvestre ha sido ahuyentada, el alto aforo vehicular es otro factor que han incidido en forma negativa hacia este aspecto; ante tal escenario el contexto ambiental existente permite mantener un ambiente saludable y estable que permite un escenario confortable para la vida que se desarrolla en la zona norte del municipio de Tulum.

La futura Estación de Servicio y Locales Comerciales se encuentra ubicada en el km 245 de la carretera Puerto Juárez-Tulum del municipio de Tulum, en donde se espera en un futuro cercano se incrementen las actividades humanas y comerciales, este aumento traerá consigo un considerable flujo de vehículos, los cuales requieren un suministro de combustible de manera oportuna y eficiente. Con la construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales se dotará de un servicio que no existe en la zona, contribuyendo al equipamiento de la localidad.

En el caso de que la Estación de Servicio y Locales Comerciales no fuera construida, el escenario ambiental del área seguiría siendo de un terreno baldío con basura, que en épocas de lluvia generará la proliferación de moscos, se frenaría un desarrollo que generaría empleos directos e indirectos, y no se prestaría el servicio de suministro de combustible hacia la población.

La Estación de Servicio y Locales Comerciales contará con personal altamente capacitado, equipos e instalaciones de alta tecnología, especialmente diseñados para el manejo de combustibles; por lo que su operación es segura y confiable, lo cual hace poco probable que ocurra algún evento que afecte al ambiente y a las inmediaciones.

De acuerdo a las características del proyecto, así como al lugar donde se construirá, se considera a la obra de bajo impacto ambiental. Sus principales interacciones son socioeconómicas, ya que los beneficios que generará son el de favorecer el desarrollo socioeconómico de la localidad y la producción de bienes y servicios, con lo que se incrementará la demanda de combustibles para uso automotriz en el área; teniendo un efecto multiplicador en la economía local. Además de crear fuentes de empleo para la población, favoreciendo el arraigo en su localidad.

Con base en lo anterior, y de llevarse a cabo las acciones de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados, se concluye que el proyecto de la Construcción y Operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales "INMOBILIARIA COSTA CÁLIDA S.A. de C.V." en el km 245 de la carretera Puerto Juárez-Tulum del municipio de Tulum, estado de Quintana Roo es ambientalmente viable.

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

### VIII.1. Formatos de presentación.

De acuerdo al artículo Número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental y por un uso responsable del papel, se entrega un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental, el resumen ejecutivo y sus respectivos anexos. Asimismo, se incluyen dos CD con la información antes mencionada en formato Word.

Se anexa el resumen ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental.

#### VIII.1.1. Planos definitivos.

En el anexo No. 2 se incluyen copia del plano definitivo del proyecto.

#### VIII.1.2. Fotografías.

En el anexo No. 3 se incluyen fotografías del predio y zonas aledañas.

#### VIII.1.3. Videos.

No se cuenta.

#### VIII.1.4. Listas de flora y fauna.

En el apartado IV.2.2. **Aspectos bióticos**, incisos A y B se incluye listas de flora y fauna.

### VIII.2. Otros anexos.

En el anexo No.1 se incluyen figuras de ubicación del predio del proyecto.

En el anexo No. 4 se incluyen copias de los documentos legales.

### VIII.3. Glosario de términos.

**ASEA:** Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente.

**Actividad altamente riesgosa:** Aquella acción, proceso u operación de fabricación industrial, distribución y ventas, en que se encuentren presentes una o más sustancias peligrosas, en cantidades iguales o mayores a su cantidad de reporte, establecida en los listados publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y 4 de mayo de 1992, que al ser liberadas por condiciones anormales de operación o externas pueden causar accidentes.

**Aguas residuales:** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos y en general de cualquier otro uso.

**Aguas aceitosas:** Desechos líquidos provenientes de las zonas de almacenamiento y despacho.

**Aguas pluviales:** Aguas que provienen de la precipitación pluvial.

**Almacenamiento de residuos:** Acción de tener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos.

**Área o zona de despacho:** Zona comprendida por los módulos de abastecimiento y posiciones de carga donde se ubican los vehículos automotores para abastecerse de combustible o junto al muelle donde atracan las embarcaciones.

**Áreas peligrosas:** Zonas en las cuales la concentración de gases o vapores de combustibles existe de manera continua, intermitente o periódica en el ambiente, bajo condiciones normales de operación.

**Arenero y trampa de grasas:** Elementos del sistema de drenaje localizados en el servicio de lavado y lubricado, en los cuales se efectúa el proceso de tratamiento primario a las aguas aceitosas de esta área.

**Atmósfera explosiva:** Mezcla de gases o vapores de combustibles en el aire que alcanzan concentración de explosividad.

**Autotanque:** Vehículo automotor equipado para transportar y suministrar combustibles líquidos automotrices a las Estaciones de Servicio.

**Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.

**Bomba centrífuga:** Equipo instalado en el exterior del tanque de almacenamiento para el recibo o despacho de combustibles.

**Bomba sumergible:** Equipo instalado en el interior del tanque de almacenamiento para suministrar combustible al dispensario mediante el sistema de control remoto.

**Boquilla de llenado:** Accesorio instalado en el tanque de almacenamiento para el llenado del mismo.

**Cantidad de reporte:** Cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transporte dados, que al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

**Conexiones de retorno de vapores:** Dispositivos instalados en los tanques de almacenamiento y en autotanques que permiten la recuperación de vapores en la operación de carga y descarga de gasolinas.

**Contenedor:** Recipiente empleado para contener derrames de combustible.

**Contenedor primario:** Recipiente y tubería herméticos empleados para almacenar o conducir combustibles (tanques de almacenamiento y tuberías para producto).

**Contenedor secundario:** Recipiente y tubería herméticos empleados para contener al elemento primario y evitar la contaminación del subsuelo en caso de la presencia de fugas de combustibles en los contenedores primarios (tanques o tuberías).

**Cuerpo receptor:** La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas pudiendo contaminar el suelo o los acuíferos.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

**Dársena:** Lugar resguardado del mar y el oleaje en los puertos, para abrigo o refugio de las naves.

**Detección electrónica de fugas:** Equipo electrónico que detecta por medio de sensores la presencia de líquidos y vapores de gasolinas y diesel.

**Depósito al aire libre:** Depósito temporal de material sólido o semisólido, dentro de los límites del establecimiento, pero al descubierto.

**Descarga:** Acción de depositar, verter, infiltrar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.

**Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Dispensario:** Equipo electro-mecánico con el cual se abastece de combustible al vehículo automotor.

**Dispositivo para llenado:** Accesorio instalado en el tanque de almacenamiento por medio del cual se transfiere el combustible del autotanque hacia el tanque de almacenamiento.

**Dispositivo para purga:** Accesorio instalado en el tanque de almacenamiento, mediante el cual se puede succionar el agua y sedimentos que se lleguen a almacenar en el fondo del tanque a causa de la condensación.

**Disposición final:** El depósito permanente de los residuos sólidos en un sitio en condiciones adecuadas y controladas, para evitar daños a los ecosistemas.

**Disposición final de residuos:** Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

**Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

**Emisión contaminante:** La descarga directa o indirecta de toda sustancia o energía, en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o al actuar en cualquier medio altere o modifique su composición o condición natural.

**Empresa:** Instalación en la que se realizan actividades industriales, comerciales o de servicios.

**Equipo de combustión:** Es la fuente emisora de contaminantes a la atmósfera generados por la utilización de algún combustible fósil, sea sólido, líquido o gaseoso.

**Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

**Establecimiento industrial:** Es la unidad productiva, asentada en un lugar de manera permanente, que realiza actividades de transformación, procesamiento, elaboración, ensamble o maquila (total o parcial), de uno o varios productos.

**Espacio anular:** Espacio libre entre los contenedores primario y secundario de los tanques de almacenamiento o de las tuberías de doble pared.

**Especificaciones Técnicas:** Documento denominado Especificaciones Técnicas para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio.

**Fosa de contención:** Edificación que consiste de cuatro muros, piso y tapa losa, cuyo propósito es el de alojar un tanque de almacenamiento. La fosa no debe ser ocupada por personal alguno, a menos que realice inspecciones, reparaciones o mantenimiento tanto de la fosa, como del tanque de almacenamiento o sus accesorios e instalaciones.

**Generación de residuos:** Acción de producir residuos peligrosos.

**Generador de residuos peligrosos:** Personal física o moral que como resultados de sus actividades produzca residuos peligrosos.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**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.

**Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

**Incineración de residuos:** Método de tratamiento que consiste en la oxidación de los residuos, vía combustión controlada.

**Insumos directos:** Aquellos que son adicionados a la mezcla de reacción durante el proceso productivo o de tratamiento.

**Instalación eléctrica a prueba de explosión:** Sistema de accesorios y tuberías que no permiten la salida de atmósfera caliente generada por corto circuito en su interior y evita el acceso de vapores explosivos o inflamables del exterior.

**Insumos indirectos:** Aquellos que no participan de manera directa en los procesos productivos de tratamiento, no forman parte del producto y no son adicionados a la mezcla de reacción, pero son empleados dentro del establecimiento en los procesos auxiliares de combustión (calderas de servicio), en los talleres de mantenimiento y limpieza (como lubricantes para motores, material de limpieza), en los laboratorios, etc.

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

**Lixiviado:** Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.

**Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

**Manejo:** Alguna o el conjunto de las actividades siguientes; producción, procesamiento, transporte, almacenamiento uso o disposición final de sustancias peligrosas.

**Manejo integral de residuos sólidos:** El manejo integral de residuos sólidos que incluye un conjunto de planes, normas y acciones para asegurar que todos sus componentes sean tratados de manera ambientalmente adecuada, técnicamente y económicamente factible y socialmente aceptable. El manejo integral de residuos sólidos presta atención a todos los componentes de los residuos sólidos sin importar su origen, y considera los diversos sistemas de tratamiento como son: reducción en la fuente, reuso, reciclaje, compostaje, incineración con recuperación de energía y disposición final en rellenos sanitarios.

**Manguera de descarga:** Manguera para efectuar la operación de descarga hermética de combustible del autotank a los tanques de almacenamiento.

**Manifestación de impacto ambiental:** Documento mediante el cual se da a conocer con base a estudios, el impacto ambiental significativo y potencia de un proyecto y la forma de evitarlo o atenderlo en caso de que sea negativo. Existen diversos grados de detalle de estos estudios, dependiendo de la importancia y magnitud de la obra y del medio natural que la rodea.

**Manual de Procedimientos:** Documento denominado Manual de Procedimientos de Operación, Seguridad y Mantenimiento para Estaciones de Servicio, elaborado por Pemex Refinación.

**Material peligroso:** Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

**Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

**Pararrayos:** Dispositivo para recibir, coleccionar o desviar las descargas eléctricas atmosféricas a tierra.

**Pistola para despacho:** Accesorio que se encuentra al final de la manguera del dispensario. Sirve para suministrar combustible a los tanques de los vehículos automotores.

**Posición de carga:** Área de la zona de abastecimiento destinada para el despacho de combustible a vehículos automotores, ubicada a los costados de los dispensarios del módulo de abastecimiento.

**Proceso:** El conjunto de actividades físicas o químicas relativas a la producción, obtención, acondicionamiento, envasado, manejo, y embalado de productos intermedios o finales.

**Proceso productivo:** Cualquier operación o serie de operaciones que involucra una o más actividades físicas o químicas mediante las que se provoca un cambio físico o químico en un material o mezcla de materiales.

**Producto:** Es todo aquello que puede ofrecerse a la atención de un mercado para su adquisición, uso o consumo y que además pueden satisfacer un deseo o una necesidad. Abarca objetos físicos, servicios, personal, sitios organizaciones e ideas.

**Pozo de monitoreo:** Permite evaluar la calidad del agua subterránea de los niveles freáticos existentes en el predio.

**Pozo de observación:** Permite detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo.

**Producto:** En Estaciones de Servicio se refiere a los combustibles líquidos automotrices que se expenden a través de la misma.

**Programa Interno de Protección Civil:** Programa de actividades enfocadas a salvaguardar la integridad física de las personas, así como de proteger las instalaciones, bienes e información vital ante la ocurrencia de un riesgo, emergencia, siniestro o desastre.

**Protección anticorrosiva:** Método para prevenir la corrosión de las superficies metálicas a base de recubrimiento o protección catódica.

**Pruebas de hermeticidad:** Prueba no destructiva utilizada para evaluar la posible existencia de fugas de combustible en tanques y tuberías.

**Punto de emisión y/o generación:** Todo equipo, maquinaria o etapa de un proceso o servicio auxiliar donde se generan y/o emiten contaminantes. Pueden existir varios puntos de emisión que compartan un punto final de descarga (chimenea, tubería de descarga, sitio de almacenamiento de residuos) y, en algún caso, un punto de emisión poseer puntos múltiples de descarga; en cualquier de estos casos el punto de emisión hace referencia al proceso, o equipo de proceso en que se origina el contaminante de interés.

**Reciclaje de residuos:** Método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos en fines productivos.

**Recolección de residuos:** Acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a instalaciones de almacenamiento, tratamiento o rehúso, o a los sitios para su disposición final.

**Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;

**Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Sensor:** Dispositivo que detecta la presencia de líquidos, gases o vapores y la transmite a un sistema de control.

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Sistemas de conducción y distribución:** Comprende todas las obras de canalización que permiten llevar el agua desde las presas de almacenamiento, derivación o regulación, hasta la parcela del productor. Pueden ser de canales, tuberías, túneles, sifones, estaciones de aforo disipadores de energía, entre otros.

**Señalización:** Tablero o franja en postes, dentro del derecho de vía, con leyendas o símbolos que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por la carretera, a lugares de interés o a la Estación de Servicio.

**Sistema de control de inventarios:** Sistema que cuantifica y emite reportes impresos y/o en pantalla de las existencias de combustibles y/o agua en los tanques de almacenamiento.

**Sistema de control remoto:** Equipo destinado al control y distribución de combustible desde la motobomba a través de un dispensario.

**Sistema de drenaje:** Instalación que permite recolectar, conducir y desalojar las aguas negras, aceitosas y pluviales de la Estación de Servicio.

**Sistema de iluminación:** Conjunto de luminarias destinadas a proporcionar un nivel de iluminación para la realización de actividades específicas.

**Sistema de paro de emergencia:** Sistema capaz de suspender el suministro de energía eléctrica de forma inmediata, en toda la red que se encuentra conectada al centro de control de motores y alimentación de dispensarios.

**Sistema de prevención de sobrellenado:** Accesorios instalados en el tanque de almacenamiento para evitar derrames por sobrellenado de combustibles durante la operación de descarga.

**Sistema de recuperación de vapores:** Conjunto de accesorios, tuberías, conexiones y equipos especialmente diseñados para controlar, recuperar, almacenar y/o procesar los vapores de hidrocarburos producidos en las operaciones de transferencia de gasolinas. Contempla las fases I y II.

**Sistema de succión directa:** Equipo destinado a la distribución de combustible a través de una bomba instalada en el dispensario que succiona, a través de una tubería, el combustible del tanque de almacenamiento.

**Sistema de tierras:** Conjunto de conductores, electrodos, accesorios y otros elementos que interconectados eficazmente entre sí, tienen por objeto conectar a tierra a elementos que pueden generar o acumular electricidad estática.

**Sistema de tierra física:** Accesorios e instalación eléctrica a base de cable de cobre desnudo interconectado en red, diseñado para evitar la acumulación de cargas electrostáticas y para enviar a tierra las fallas causadas por aislamiento que por una diferencia de potencial puedan producir una chispa.

**Sustancia peligrosa:** Aquella que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

**Sustancia inflamable:** Aquella que capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una chispa.

**Sustancia explosiva:** Aquella que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y energía de presión en forma casi instantánea.

**Tapa hermética:** Accesorio instalado en el tanque de almacenamiento que impide la emisión de vapores a la atmósfera.

**Tanque de almacenamiento:** Recipiente de cuerpo cilíndrico diseñado para almacenar combustibles, formado por dos contenedores (primario en el interior y secundario en el exterior).

**Tanque protegido:** Tanque de almacenamiento superficial que ha sido certificado como protegido a la exposición de envolventes de fuego de alta intensidad por un periodo no menor a 2 horas, sin que la temperatura máxima en el interior del contenedor primario supere los 204°C (400°F).

**Tanque resistente al fuego:** Tanque de almacenamiento superficial que ha sido certificado como resistente a la exposición de envolventes de fuego de alta intensidad por un periodo no menor a 2 horas, sin que la temperatura máxima en el interior del contenedor primario supere los 556°C (1000°F).

**Tanque superficial confinado:** Tanque de almacenamiento de doble pared instalado por encima del nivel de piso terminado dentro de muros de contención y gravilla o material de relleno.

**Tanque superficial no confinado:** Tanque de almacenamiento de doble pared instalado por encima del nivel de piso terminado, apoyado en bases de concreto armado o de acero estructural.

**Tanque subterráneo:** Tanque de almacenamiento de doble pared instalado completamente bajo tierra.

**Transferencia:** Es el traslado de contaminantes a otro lugar que se encuentra físicamente separado del establecimiento que reporte, incluye entre otros: a) descarga de aguas residuales al alcantarillado público; b) transferencia para reciclaje, recuperación o regeneración; c) transferencia para recuperación de energía fuera del establecimiento; y d) transferencia para tratamientos como neutralización, tratamiento biológico, incineración y separación física.

**Trampa de combustibles:** Elemento del sistema de drenaje aceitoso en el cual se efectúa el proceso de tratamiento primario a las aguas aceitosas.

**Tubería de producto:** Contenedor cilíndrico que se instala desde los tanques de almacenamiento hasta los dispensarios, y servirá para la conducción de gasolinas y/o combustible diesel.

**Tubería de retorno de vapores:** Contenedor cilíndrico de pared sencilla que se instala desde los dispensarios de gasolina hasta los tanques de almacenamiento y servirá para la conducción de los vapores resultantes de la evaporación de gasolinas.

**Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

**Unidad de Verificación de Instalación Eléctrica:** Persona física o moral acreditada por la autoridad competente para verificar el cumplimiento de las normas para la instalación eléctrica de Estaciones de Servicio.

**Unidad de Verificación de Instrumentos de Medición:** Persona física o moral acreditada y aprobada por la autoridad competente para realizar la constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio o examen de documentos con el fin de evaluar la conformidad en un momento determinado de los instrumentos de medición.

**Unidad de Verificación de Proyecto, Construcción y Mantenimiento de Estaciones de Servicio:** Persona física o moral acreditada por la autoridad competente para verificar el cumplimiento de las normas para el proyecto, construcción y mantenimiento de Estaciones de Servicio.

**Unidad de Verificación de Pruebas de Hermeticidad:** Persona física o moral acreditada por la autoridad competente para la realización de pruebas de hermeticidad no destructivas de tanques y tuberías.

**Válvula de control:** Conjunto de piezas ensambladas con objeto de mantener una presión constante en todo el sistema de medición, amortiguando las posibles sobrepresiones que se puedan presentar o deteniendo la operación de medición al ocurrir desabasto de combustible líquido en el sistema.

**Válvula de corte rápido en mangueras:** Accesorio que corta el flujo de combustible en forma inmediata al presentarse un esfuerzo de sobretensión en las mangueras de despacho.

**Válvula de corte rápido en dispensarios (shut off):** Accesorio instalado en la base del dispensario que corta el flujo de combustible o vapor en forma inmediata al producirse un accidente por colisión o fuego que afecte directamente al dispensario.

**Vehículo automotor:** Es un vehículo de transporte terrestre de carga o de pasajeros que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

**Viento dominante:** Dirección en la que incide el viento con velocidades máximas durante el período de observación.

**Viento reinante:** Dirección en la que incide el viento con mayor frecuencia durante el período de observación.

**Vientos locales:** Son los que influyen directamente para el diseño de los muelles (orientación), maniobras de los buques y en general, diseño y cálculo de obras interiores.

**Zona aledaña:** Predio colindante con una carretera federal hasta una distancia de 100 metros contados a partir del límite del derecho de vía.

#### VIII.4.- Bibliografía:

- Agnew, D.C., 2007. Earth Tides. En Treatise on Geophysics. Ed. Gerald Schubert. Elsevier. Vol. 3:163-195.
- American Ornithologist's Union (AOU). 1998. Check-list of North American Birds. 6ª ed. Published by the Amer. Ornithol. Union. Allen Press. 887 pp.
- Aranda, M. 1981. *Rastros de los mamíferos silvestres de México*. Instituto nacional de investigaciones sobre recursos bióticos. Xalapa, Ver. México. 198 pp.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jimenez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra. (1998). Regiones Prioritarias Marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México .
- Berlanga, M. 2002. Comunidades de aves terrestres en hábitats perturbados del norte de Quintana Roo. México. UNAM. Tesis de Licenciatura. 89 pp.
- BERLANGA-BIOCENOSIS. 2012-2014. Monitoreo de aves terrestres en la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos. Informes finales: diciembre de 2012, diciembre de 2013 y diciembre de 2014. Programa Nacional de monitoreo biológico (PROMOBI), SEMARNAT.
- Bretschneider, C.L. (1990). Tropical Cyclones. Handbook of Coastal and Ocean Engineering, Vol. 1, Gulf Publishing Co. USA. pp. 249-370
- Carreón-Santos, Roy J.; Valdez-Hernández, Juan I. ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA DE VEGETACIÓN SECUNDARIA DERIVADA DE UNA SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA EN QUINTANA ROO Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 20, núm. 1, 2014, pp. 119-130 Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México
- CENAPRED (2001) Diagnostico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Secretaría de Gobernación. ISBN: 970-628-593-8.
- Defant, A., 1958. Ebb and flow: the tides of Earth, air, and water. Ann Arbor science library. Mayflower Publishing Co. usa. 121 p.
- Escolero, O.(1989) "Criterios para evaluar la vulnerabilidad de contaminación de acuíferos". 4o. Simposium Binacional sobre Hidrogeología.
- Espejel, I. (1984). La vegetación de las dunas costeras de la Península de Yucatán. *Biótica* 9:183-210. México.
- Emmons, L., and F- Feer. 1990. *Neotropical Rainforest Mammals*. The University of Chicago Press. Chicago. USA. xiv + 281 pp.
- Gardiner, S. (1978). *Biología de los invertebrados*. Cuello, J., Vilageli, M. Traductores. Editorial Omega. España.
- García E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. CETENAL. México, D.F.
- Greenberg, R. 1990 a). El sur de México, cruce de caminos para las aves migratorias. Smithsonian Institution. Washington, D.C. pp 32.
- Holland, G.L. (1980). An analytical model of wind and pressure profiles in hurricanes. *Monthly Weather Review*, Vol. 108, pp. 1212-1218.
- Howell, S., and S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. Hong Kong. China. xvi + 851 pp.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Geología de la República Mexicana, 2ª Edición: México D.F., agosto de 1985.
- Lee. J.C. 1996. The amphibians and reptiles of the Yucatán Peninsula. Comstock Publishing Associates. Cornell University Press. USA. xii + 500 pp.
- Kanter, L. W. (1989). Environmental risk assessment and management: a literature review. Pan American Center for Human Ecology and Health. World Health Organization. Metepec, México.
- Lopez-Ornat, A. 1990 b). Avifauna de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an. In: Diversidad biológica en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an. D. Navarro y J.G. Robinson (eds.) pp 331-369.
- Lynch, J. F. 1989 a). Distribution of overwintering nearctic migrants in the Yucatán Peninsula, I: General patterns of occurrence. Condor 91: 515-544.
- Lynch, J. F. 1989 b). Distribution of overwintering nearctic migrants in the Yucatán Peninsula, II: Use of native and human-modified vegetation. In: Ecology and Conservation of Neotropical Migrant Landbirds. Eds. J.M. Hagan III and D.W. Johnston Smith. Inst. Oress 1989. pp 178-195.
- MacKinnon, B. 1993. Ornitología de la Península de Yucatán. Bibliografía anotada. Amigos de Sian Ka'an A.C. Cancún, Quintana Roo.
- Marín, L. 1990 "Field investigations & numerical simulation of groundwater flow in the karstic aquifer of northwestern Yucatán, Thesis Northern Illinois University
- MacKinnon, B. 1986. A checklist of the Birds of Central & Northern Quintana Roo, Mexico. Edición privada, Cancun, México. 11 pp.
- Morey S. L., Schroeder W. W., O'Brien J. J. and Zavala-Hidalgo J., 2003. The Annual Cycle of Riverine Influence in the Eastern Gulf of México Basin. Geophysical Research Letter, 30 (16): 10.1029/2003GL017348.
- National Geographic Society. 1983. Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. Washington D.C. pp 464.
- National Hurricane Center. (1989). Preliminary report Hurricane Gilbert. University of Florida, Coral Gables Fla. USA
- Navarro, D. T. Jiménez y J. Juárez. 1990. *Los mamíferos de Quintana Roo*. En: Navarro, D., y J. Robinson (eds). *Diversidad biológica en la reserva de la biosfera Sian Ka'an Quintana Roo, México*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, México. pp: 371-450.
- Petersen, R. (1973). A field guide to mexican birds. Houghton Mifflin Co., Boston, USA.
- Waide, R. Emlen, J. T., y E .J. Tramer. 1980. Distribution of migrant birds in the Yucatan Peninsula. En: keast and Morton eds. Migrant birds in the Neotropics:ecology, behavior, and conservation. Smithsonian Institution Press.
- Pulido J., Bretton M., Perdomo A., Castro A. (1986) Guía de los mamíferos de México. Referencias hasta 1983. Departamento de Biología. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Silva-Casarín, R., Mariño-Tapia, I; Mendoza-Baldwin, E., Ruíz-Martínez, G., Rivillas-Ospina, G., Pedrozo-Acuña, D., Escalante-Mancera, E., Rentería, F. (2008) Evaluación de Alternativas

para la recuperación de playas en la zona norte del estado de Quintana Roo. Fondo Mixto CONACYT-Quintana Roo: CO1-16924. Informe Técnico Final.

- Silva, R., Govaere, G., Salles, P., Bautista, G., Diaz, G. (2002). Oceanographic vulnerability to hurricanes on the Mexican coast. Proc. 28th International Conference on Coastal Engineering. World Scientific. Singapore.
- Ward, W.C. 1974. In: Field Trip 2, Annual Meeting of the Geol. Soc. Of America Carbonate sand and gravel on the shallow shelf Northeastern Yucatan Peninsula, pp.106-122.
- Ward, W.C., y Brady, M.J. (1973) High energy carbonates on the inner shelf, Northeastern Yucatan Peninsula, Assoc. Geol. Soc. Trans Mexico: Gulf Coast. 23:226-238.
- Ward, W.C. y Wilson, J.L. (1974) In : Field Trip 2, Annual Meeting of the Geol. Soc. of America General aspects of the Northeastern coast of the Yucatan Peninsula, pp. 96-105.
- Weirzenfeld, H. (1990). Manual básico de Evaluación del impacto en el ambiente y la salud de proyectos de desarrollo. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Programa de Salud Ambiental. Organización Mundial de la Salud. Metepec, México.