AGOTO 2025

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

PROYECTO

HOTEL ALTAVISTA & BEACH CLUB

RESUMEN EJECUTIVO

CREWS YUCATAN PROPERTIES, S. DE R.L DE C.V.
PROMOVENTE

AGOSTO DE 2025

Contenido

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

1.1. PROYECTO.....1

1.1.1. Nombre del Proyecto.....1

1.1.2. Ubicación del Proyecto.....1

1.2. Duración del Proyecto.....2

1.3. Datos generales del promovente.....2

1.3.1. Nombre o razón social.....2

1.3.2. Registro federal de contribuyentes del promovente.....2

1.3.3. Nombre y cargo del representante legal.....2

1.3.4. Dirección del promovente o de su representante legal para oír y recibir notificaciones.....2

1.3.5. Nombre del responsable técnico del estudio.....2

1.3.5.1. CURP del responsable técnico del estudio.....2

1.3.5.2. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio....2

(Anexo 1.3).....2

1.3.6. Relación de especialistas colaboradores.....2

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....3

2.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....3

2.1.1. Naturaleza del Proyecto.....3

2.1.2. Selección del sitio.....6

2.1.3. Ubicación Física del Proyecto y plano de Localización.....6

2.1.4. Inversión Requerida.....8

2.2. Dimensiones del Proyecto. 9

2.3. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y en sus colindancias. 10

2.4. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS. 11

2.5. Características particulares del Proyecto 11

2.5.1. Preparación del sitio 14

2.5.2. Descripción de obras y actividades provisionales del Proyecto . 14

2.5.3. Etapa de Rehabilitación 14

2.5.4. Operación y Mantenimiento 14

2.5.5. Programa de Operación y Mantenimiento 15

2.5.5.1. Infraestructura y Mantenimiento Preventivo 15

2.5.5.2. Limpieza e Higiene 18

2.5.5.3. Seguridad Operativa y Emergencias 18

2.5.5.4. Inspecciones Estructurales 18

2.5.5.5. Jardinería y Vivero – Bajo Impacto 19

2.5.5.6. Manejo de Residuos Sólidos 19

2.5.5.7. Eficiencia Energética y Ahorro de Agua 19

2.5.6. Cronograma de Actividades 20

2.5.7. Responsabilidades 21

2.5.8. Obras asociadas al Proyecto. 22

2.5.9. Etapa de Abandono del Sitio. 22

2.5.10. Utilización de explosivos. 22

2.6. Materiales y Equipo. 22

2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la

atmósfera. 23

2.7.1. Preparación del Sitio 23

2.7.2. Operación 23

2.8. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 23

2.9. Disposición final. 24

2.10. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de Aguas Residuales. 24

3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. 30

3.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 30

3.1.2. Ley General de Vida Silvestre....31

3.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 37

3.1.4. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Cancún – Tulum 38

EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA....41

FLORA Y FAUNA 44

MANEJO DE ECOSISTEMAS 48

TURISMO 50

3.1.5. Parque Nacional Tulum 53

3.1.6. NOM-022-SEMARNAT-2003 83

3.1.7. NOM-059-SEMARNAT-2010 95

4. Descripción del sistema ambiental regional (SA) y señalamiento de tendencias del Desarrollo y deterioro de la región 97

4.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SA) donde pretende

establecerse el Proyecto 97

4.1.1. Medio abiótico..... 98

4.1.2. Medio biótico..... 100

4.1.3. Medio socioeconómico..... 100

4.1.4. Caracterización del sistema ambiental y análisis retrospectivo de la calidad ambiental..... 103

4.1.4.1. Medio abiótico..... 103

4.1.4.2. Fisiografía..... 103

4.1.4.3. Geología y geomorfología 105

4.1.4.4. Litología 107

4.1.4.5. Edafología..... 108

4.1.4.6. Clima..... 108

4.1.5. Hidrogeología 118

4.1.6. Zona costera 118

4.1.7. Medio biótico..... 120

4.1.7.1. Medio terrestre 120

4.1.8. Medio marino 122

4.1.9. Vegetación..... 123

4.1.10. Tipos de vegetación 124

4.1.11. Vegetación con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 128

4.1.12. Manglar..... 135

4.1.13. Matorral costero 140

4.2. Conclusiones 142

4.3. Fauna 144

4.3.1. Metodología y análisis de datos 144

4.3.2. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 156

4.3.3. Sitios de anidación de aves, refugio, alimentación y reproducción de las especies residentes, en riesgo, endémicas y migratorias 162

4.3.4. Conclusiones.....162

4.4. Medio socioeconómico 163

4.4.1. Localización regional.....163

4.4.2. Composición de la estructura poblacional 163

4.4.3. Crecimiento demográfico 164

4.4.4. Distribución y densidad poblacional 165

4.4.5. Migración.....166

4.4.6. Vivienda y urbanización 166

4.4.7. Salud y seguridad social.....167

4.4.8. Educación.....167

4.4.9. Aspectos económicos 168

4.4.10. Vestigios arqueológicos y patrimonio cultural 169

4.4.11. Medición multidimensional de la pobreza.....169

4.5. Paisaje 170

4.5.1. Descripción del análisis de la evaluación 177

4.6. Diagnóstico ambiental.....178

5. Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales. 186

5.1. Identificación de impactos 186

5.1.1. INDICADORES DE IMPACTO. 187

5.1.2. LISTA DESCRIPTIVA DE LOS INDICADORES DE IMPACTO. 188

5.1.3. CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN 190

5.1.4. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS 195

5.2. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS. 199

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 205

6.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 205

6.2. MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS..... 205

6.3. IMPACTOS RESIDUALES..... 209

7. ANÁLISIS DE ESCENARIOS Y CONCLUSIONES 210

7.1. ESCENARIO ACTUAL.....210

7.2. ESCENARIO FUTURO 210

7.3. SEGUIMIENTO AMBIENTAL 211

8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. 211

Formatos de presentación.....211

BIBLIOGRAFÍA. 212

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

1.1. PROYECTO

1.1.1. Nombre del Proyecto

Alta Vista hotel & Beach Club, Rehabilitación, Operación y Mantenimiento de obras existentes y sancionada por la PROFEPA en la resolución Administrativa número 0303/2019, en Materia de Impacto Ambiental de fecha 5 de diciembre de 2019.

1.1.2. Ubicación del Proyecto

El Proyecto en comento se localiza en el Municipio de Tulum, ubicado en la parte central del Estado de Quintana Roo, inmerso en la región turística denominada Riviera Maya, con Ubicación en la Manzana 005, lote 034-02 (El jaguar fracción C1), Manzana 030 lote 071-7 (Tankah fracción 1 lote 2) y Manzana 030 lote 071-8 (Tankah fracción 1 lote 1), del Municipio de Tulum en el Estado de Quintana Roo.



MAPA 1. 1. UBICACIÓN REGIONAL DEL PROYECTO.

1.2. Duración del Proyecto

El Proyecto pretende una vez autorizado, su operación y mantenimiento para un perido de 75 años.

1.3. Datos generales del promovente

1.3.1. Nombre o razón social

1.3.2. Registro federal de contribuyentes del promovente

(Anexo 1.2).

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1.1. Naturaleza del Proyecto.

Las obras y actividades de rehabilitación y mantenimiento corresponden a las sancionadas al promovente, la persona moral denominada CREWS YUCATAN PROPERTIES, S. DE R.L DE C.V., referidos de hechos e irregularidades circunstanciados en el acta de inspección de fecha treinta y uno de octubre de dos mil diecinueve, pues no se refieren a la documentación con la que se acredite que su representada dio el aviso correspondiente a la Autoridad Federal Normativa Competente derivado de los trabajos de rehabilitación y mantenimiento de las obras y construcciones, del predio ubicado en la coordenada UTM referida en el DATUM WGS 84 Región 16 Norte X1=455726, Y1=2236589, localizado dentro del Parque Nacional Tulum. Municipio de Tulum. Estado de Quintana Roo, que ocupan una superficie de 851.78 m2, mismo lugar que se encuentra caracterizado por un ecosistema de duna costera con presencia de vegetación de matorral costero, Selva mediana subperennifolia y Ecotono matorral costero y vegetación de manglar, de acuerdo lo circunstanciado en el acta de inspección número **PFPA/29.3/2C.27.5/0104-19.**

El presente estudio de impacto ambiental, se elabora para dar cumplimiento a los señalo en el resuelve Cuarto en Relación con las obras señaladas en el considerando IV, con relaciona las medidas señaladas en el considerando VII. De a **resolución administrativa número 0330/2019 de fecha 05 de diciembre de 2019.**

Si bien en la resolución administrativa se indica lo siguiente….

(…)

> ***VII.- Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 68 fracción XI del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, vigente y artículo 169 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en el artículo 57 y 58 párrafo primero del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en virtud del incumplimiento a la legislación ambiental que se verificó y de que no fueron desvirtuadas las irregularidades cometidas con motivo de la substanciación del procedimiento que nos ocupa, se ordena a la persona moral***

denominada CREW YUCATAN PROPERTIES, S. DE R.L DE C.V., a través de su Representante Legal

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

UNICA. Deberá abstenerse de continuar con cualquier construcción, obra, e instalación adicional o distintas a las circunstanciadas en el acta de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0104-19 de fecha treinta y uno de octubre de dos mil diecinueve, y llevadas a cabo en el predio ubicado en la coordenada UTM referida en el DATUM WGS 84 Región 16 Norte X1=455726, Y1-2236589, localizado dentro del Parque Nacional Tulum. Municipio de Tulum. Estado de Quintana Roo, sin que previamente cuente con la autorización en materia de impacto ambiental, que al efecto expide la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), o en el caso de que se trate de ampliaciones, modificaciones, sustituciones de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones, deberá previamente dar el aviso correspondiente de dichas actividades a la nombrada Autoridad Federal Normativa Competente.

(…)

La presente manifestación de Impacto Ambiental se presenta para obtener por PARTE DE AUTORIDAD CORRESPONDIENTE (SEMARNAT) la Autorización para la OPERACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS que se acredito no requeriría de autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT, toda vez que las obras data su construcción previo a la entrada en vigor de la Ley. Tal y como fue acreditado ante la PROFEPA, la cual señala en las paginas 5 y 6 lo siguiente:

(…)

"… en el sitio ordenado inspeccionar, se encontraron las obras y construcciones ya descritas en el apartado que antecede al presente, de las cuales la inspeccionada exhibió la

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

través de la Secretaría de Finanzas, de la que se desprende como actividad la, de lonchería con venta de cerveza; la Licencia de Funcionamiento número 4403 del año 1979 emitida a favor del C. Cesar Portilla Rosado, por el Gobierno del estado de Quintana Roo a través de la secretaria de finanzas, del cual se desprende como actividad la, de lonchería con venta de cerveza: la

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del H. Ayuntamiento de Cozumel, y la Licencia de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

el H. Ayuntamiento de solidaridad, de la cual se desprende como tipo de obra la hotel restaurante con una superficie autorizada de 851.78 metros cuadrados, misma documentación que fue presentada en copia certificada por notario público en ejercicio de sus funciones, por lo que se valoraron en términos de lo dispuesto en el numeral 129, 130, 202 y 217 del Código Federal de Procedimientos Civiles de aplicación supletoria, demostrándose la existencia previa, de las obras y construcciones descritas en el acta de inspección, que son propias y características de un hotel y restaurants, las cuales ocupan una superficie de 851.78 metros cuadrados, misma que coincide con la señalada en la licencia de construcción del año mil novecientos noventa y seis, lo cual se robusteció con la manifestación del nombrado Representante Legal de la inspeccionada, en el sentido de que las obras y construcciones inspeccionadas solamente fueron rehabilitadas y se les dio el mantenimiento necesario para seguridad de los usuarios, sin que sea suficiente para desvirtuar los supuestos de infracción por los que se inició el procedimiento a su representada, toda vez que los trabajos de rehabilitación y mantenimiento dado a las mismas, requería del aviso previo por parte de la inspeccionada, ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, pero de manera contraria a lo señalado en la Ley, llevo a cabo dichas actividades, incurriendo en infracciones a la legislación ambiental.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

la persona que compareció al procedimiento dando contestación al procedimiento instaurado

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

YUCATAN PROPERTIES, S. DE R.L DE C.V." mediante escrito recibido en fecha tres de diciembre del año dos mil diecinueve, ante esta Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana Roo, es de hacerle de su conocimiento que su manifestación

en el sentido de que las obras y construcciones observadas durante la visita de inspección de fecha treinta y uno de octubre de dos mil diecinueve, no requirieron de una autorización en materia de impacto ambiental porque se trata de obras preexistentes desde antes de la entrada en vigor de la Ley, que obligaba a la obtención de dicha, autorización, fueron consideradas al momento de determinarse los supuestos de infracción precisados en el acuerdo de emplazamiento de fecha veintiséis de noviembre de dos mil diecinueve.

Si bien se acredito ante la autoridad correspondiente la preexistencia de las obras, la misma autoridad no señala si dichas obras pueden entrar en funcionamiento y operadas por el promovente comercialmente para brindar servicios de hospedaje, bebidas y alimentos. Por tal situación, el promovente solicita a la SEMARNAT, la autorización en materia de impacto ambiental, para la operación y mantenimiento de las obras ya señaladas.

2.1.2. Selección del sitio

El sitio ha sido seleccionado por las ventajas que supone su ubicación estratégica en el denominado Corredor Cancún Tulum, además del compromiso que hace la empresa promovente para cumplir estrictamente con los instrumentos de política ambiental aplicables al Proyecto, como es el caso del Ordenamiento Ecológico Territorial Cancún Tulum, entre otros. Así como con el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental que El Promovente compromete para el Proyecto. El cuidado de estos escenarios, implican que el Proyecto pueda tener viabilidad ambiental, normativa y técnica, así como pertinencia social.

2.1.3. Ubicación Física del Proyecto y plano de Localización.

El Proyecto en comento se localiza en el Municipio de Tulum, ubicado en la parte central del Estado de Quintana Roo, inmerso en la región turística denominada Riviera Maya, y con ubicación en las siguientes fracciones:

La presente Manifestacion de Impacto Ambientla, se refiere unica y exclusivamene a las actividades de operación y mantenimiento de as obras sancionadas por la PROFEPA en la **resolución administrativa número 0330/2019 de fecha 05 de diciembre de 2019. En este orden de ideas**, el promovente decide presentar el presente estudio de impacto amabiental, para obtener la autorizaicon correspondiente para SU OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, EL PROYECTO POR NIGUN

MOTIVO CONSIDERA AMPLIACION, MODIFICIACION u/o CONSTRUCCION DE OBRAS DISTINTAS o NUEVAS A LAS YA SEÑALAS Y ACREDITADAS SU PREXISTENCIA EN EL SITIO.

La poligonal general que se considere como parte del proyecto es la superifice que comprenden la totalida de sus fracciones de las cueles es propiestario (sea anexa la documentaicon que acredita la propiedad de las citadas fracciones), lo cual nos da un poligono de 26.5 hectareas (265492 m2), el la figura siguiente, se ilustra la poigonal genral del proyecto.

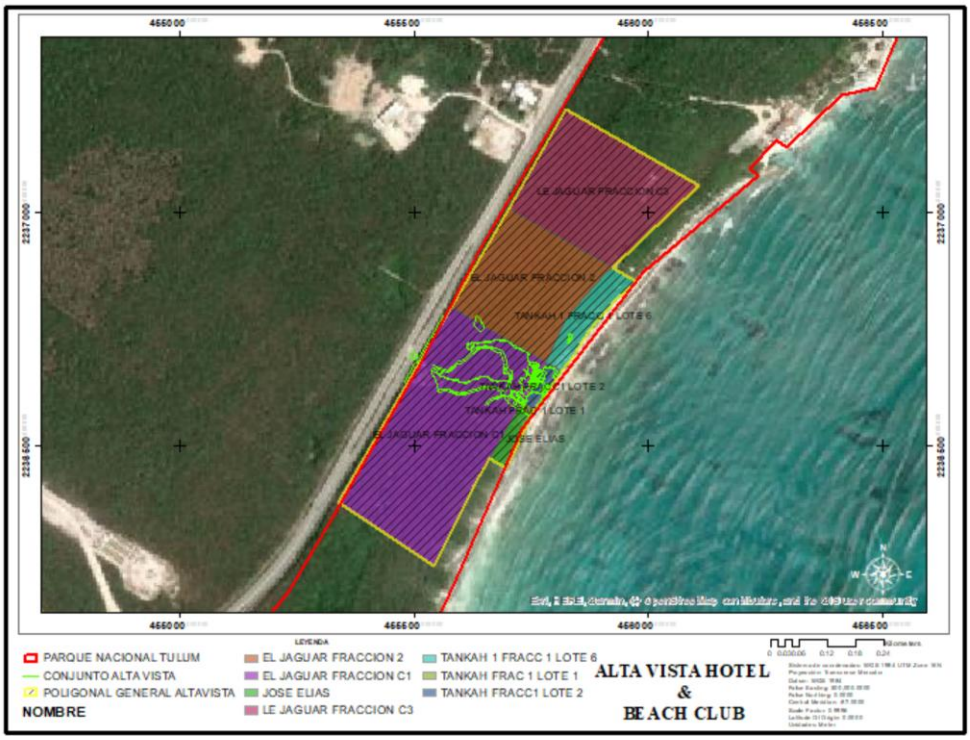


FIGURA 2. FRACCIONES QUE CONFORMAN EL PREDIO GENERAL DONDE SE UBICA EL PROYECTO

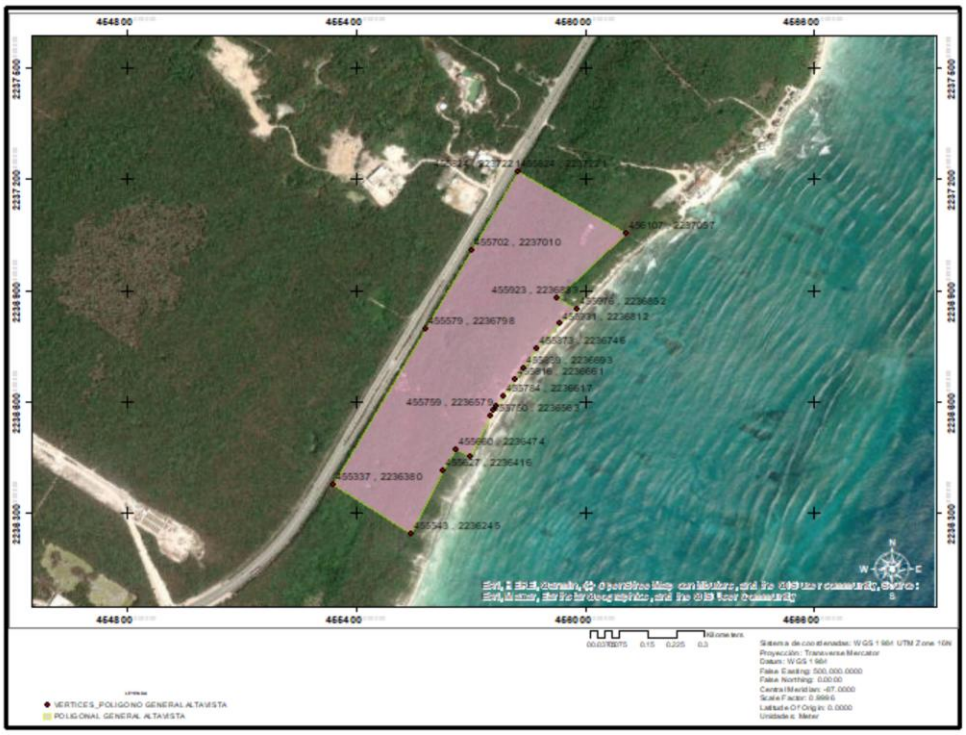


FIGURA 3. POLIGONAL GENERAL DONDE SE UBICA EL PROYECTO.

Cuadro. 1.Vértices de la poligonal donde se ubica el Proyecto, (UTM ZONA 16, WGS 84).

VERTICES_POLIGONO GENERAL ALTAVISTA

FID	Shape	Id	ORIG_FID	POINT_X	POINT_Y
0	Punto	0	0	455824	2237221
1	Punto	0	0	456107	2237057
2	Punto	0	0	455923	2236883
3	Punto	0	0	455976	2236852
4	Punto	0	0	455931	2236812
5	Punto	0	0	455873	2236746
6	Punto	0	0	455839	2236693
7	Punto	0	0	455816	2236661
8	Punto	0	0	455784	2236617
9	Punto	0	0	455766	2236592
10	Punto	0	0	455759	2236579
11	Punto	0	0	455750	2236563
12	Punto	0	0	455697	2236454
13	Punto	0	0	455660	2236474
14	Punto	0	0	455627	2236416
15	Punto	0	0	455543	2236245
16	Punto	0	0	455337	2236380
17	Punto	0	0	455579	2236798
18	Punto	0	0	455702	2237010
19	Punto	0	0	455824	2237221

2.1.4. Inversión Requerida

La inversión para la realización de las obras y actividades relacionadas con el inicio de operación y

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El presupuesto para la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación de los

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

2.2. Dimensiones del Proyecto.

La poligonal general donde se ubica el Proyecto tiene una superficie de 26,5492 metros cuadrados, de los cuales, las obras sancionadas por la PROFEPA ocupan una superficie de **966.75 metros** cuadrados. Las superficie que ocupan las obras y el número de estas, corresponde a las circunstanciadas en el acta de inspección número **PFPA/29.3/2C.27.5/0104-19** de fecha 01 de noviembre de 2019, y las detalladas en la **Resolución Administrativa numero 0303/219** de fecha 05 de diciembre de 2019. A continuación se trascribe las obras y actividades que fueron sancionadas por la PROFEPA. Y que son las obras que requieren de la autorización para su Operación, funcionamiento y Mantenimiento, vez obtenida la autorización correspondiente.

No	Las superficie que ocupan las obras y el número de estas, corresponde a las circunstanciadas en el acta de inspección número **PFPA/29.3/2C.27.5/0104-19** de fecha 01 de noviembre de 2019, y las detalladas en la **Resolución Administrativa número 0303/219** de fecha 05 de diciembre de 2019.	**Superficie**
1	***Palapa (bar)*** *madera dura de la región y techo de zacate*	34.88
2	***Cocina palapa*** *de madera dura de la región y techo de zacate*	53.27
3	***4 baños*** *construidos de concreto y blocks, de color blanco;*	31.85
4	***Una Iglesia*** *con bancas en su interior construida de madera dura de la región y techo de zacate, construida de concreto y blocks, de color blanco*	100.05
5	***Un restaurante*** *construido de madera dura de la región y techo de zacate, construida de concreto y blocks, de color blanco*	**100.05**
6	***Dek del restaurante*** *construida de madera dura de la región y techo de zacate, construida de concreto y blocks, de color blanco*	155.52
7	***Cuatro cabañas*** *circulares construida de concreto y blocks, de color blanco*	100.96
8	***Una alberca con Jacussi*** *rectangular de concreto y acabados de azulejo,*	74.80

	construida de concreto y blocks,	
9	***Dek de la alberca***	182.07
10	***Cabaña de playa*** *construida de concreto, blocks, y madera dura de la región y techo de zacate*	54.30
11	***Recepción*** *construida de concreto, blocks y madera de la región con techo de zacate*	23.50
12	***Bodega*** *construida de concreto, blocks y madera de la región con techo de zacate*	15.50
13	***Humedal artificial*** *construida de concreto, blocks, y madera dura de la región y techo de zacate*	25.08
14	***Vivero***	**40.00**
	TOTAL	**966.75**

Lo anterior, de acuerdo a lo circunstanciado en el acta de inspección de fecha treinta y uno de octubre de dos mil diecinueve. Dentro de la Resolución Administrativa en Materia de Impacto Ambiental, número 0330/2019.

2.3. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y en sus colindancias.

De acuerdo a la cartografía del PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA REGIÓN DENOMINADA CORREDOR CANCÚN-TULUM (POET 2001). Este programa fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno de Quintana Roo el 16 de noviembre del 2001., la poligonal del predio del Proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 05 "Zonas Arqueológicas de Tulum y Xel–Há." con política de Protección.

UGA	5
Nombre	Zonas Arqueológicas de Tulum y Xel–Há.
Política/ Fragilidad Ambiental	Protección/5.
Uso predominante	Área Natural.
Usos Compatibles	Flora y Fauna.
Usos Condicionados	Infraestructura, Turismo.
Usos Incompatibles	Acuacultura, Agricultura, Asentamientos humanos, Forestal, Industria, Minería, Pecuario, Pesca.

Históricamente esta zona se la ha dado el uso recreativo y de descanso para población local principalmente, y como zona de turismo recreativo donde ciudadanos del centro del País y Extranjeros, eligen visitar por las bellezas naturales existentes y donde se pueden contemplan vestigios arqueológicos.

2.4. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS.

El área donde se pretende llevar a cabo el Proyecto cuenta con servicios básicos como son: agua potable, energía eléctrica, el manejo de aguas residuales es en la actualidad mediante un sistema mixto, el cual cuenta con trampa de grasas, tanque de sedimentación, y con humedal artificial en el manejo de aguas residuales. En el caso del abastecimiento de agua potable el Proyecto cuenta el servicio urbano de agua potable.

2.5. Características particulares del Proyecto

El Proyecto es su modelo sencillo que consiste en la operación de un Hotel de bajo impacto, y que en la actualidad requiere de la autorización para su operación y mantenimiento de las obras sancionadas por la PROFEPA y por lo cual se solicita su autorización de operación y mantenimiento



Planta general de sembrado de obras existentes sancionadas por la PROFEPA.



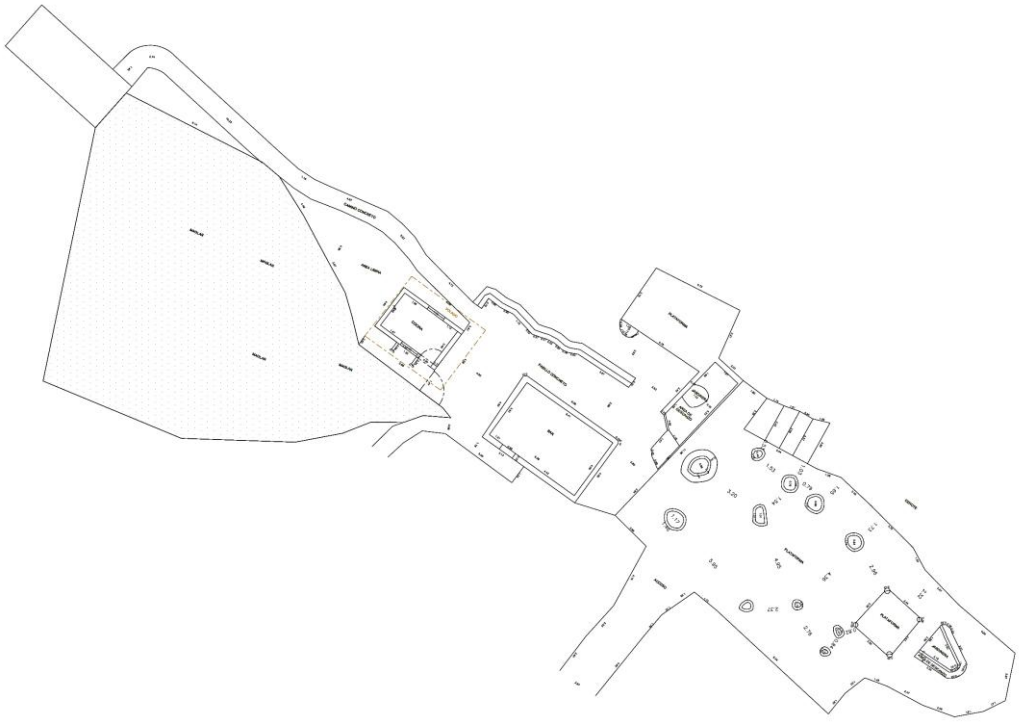
Modelo de cuartos



ZONA DL BAR DE PLAYA.



ZONA DE PALAPA PRINCIPAL.



Zona de Piscina, Bar, Deck.

Se anexa los planos en formato dwg para su mejor visualización en versión digital.

2.5.1. Preparación del sitio.

El Proyecto es una obra existente y que fue sancionada por la PROFEPA, situación por la cual se requiere al autorización para su operación y mantenimiento.

2.5.2. Descripción de obras y actividades provisionales del Proyecto .

El Proyecto no requiere de actividades provisionales.

2.5.3. Etapa de Rehabilitación

Esta actividad se efectuó hace más de 30 años

2.5.4. Operación y Mantenimiento

Mantenimiento mensual: El promovente del inmueble efectuara una supervisión del correcto funcionamiento de todas las instalaciones, limpieza y supervisión preventiva con la asesoría del personal calificado.

Actividades de limpieza. Esta actividad es importante que se Desarolle de manera rutinaria, para

mantener el Proyecto y sus colindancias libres de residuos sólidos que sean dispuestos a escondidas, evitando basureros clandestinos.

El Proyecto contara con la actualización de equipo y llaves economizadoras en baños, cocina, mismas que tiene la ventaja que solo utiliza el agua exactamente neceSA ia para lavarse las manos pues al dejar de accionar la palanca se cierra totalmente el flujo del agua, esto con el objeto tener un uso eficiente del agua en cada habitación.

2.5.5. Programa de Operación y Mantenimiento

El presente programa establece las actividades de operación y mantenimiento preventivo y correctivo para las instalaciones del Hotel/Club de Playa «Alta Vista» ubicadas dentro del Parque Nacional Tulum. Se incluyen las infraestructuras detalladas en la solicitud (cocina-palapa, baños, iglesia, restaurante, decks, cabañas, alberca con Proyecto, humedal artificial, vivero, etc.). El objetivo es garantizar la operatividad segura y duradera de las instalaciones, minimizando el impacto ambiental y cumpliendo la normatividad aplicable (LGEEPA, reglamentos de ANP, Programa de Manejo del PN Tulum).

El programa contempla: mantenimiento preventivo (rutinas periódicas), correctivo (reparaciones puntuales), limpieza e higiene, seguridad operativa, inspecciones estructurales, gestión del humedal artificial, mantenimiento del sistema hídrico, jardinería con especies nativas, manejo de residuos y medidas de eficiencia energética y ahorro de agua. Además se incorporan criterios de bajo impacto (uso de productos biodegradables, materiales certificados, energía renovable, reciclaje y compostaje, etc.) en línea con buenas prácticas sustentables

2.5.5.1. Infraestructura y Mantenimiento Preventivo

Cocina (palapa de madera dura con techo de zacate, 53.27 m^2): Limpieza diaria de superficies (mesones, equipos) y piso; revisiones semanales de instalaciones eléctricas y gas para detectar fugas; control de plagas. Mantenimiento preventivo anual: tratamiento de la madera contra termitas y hongos; aplicación de barniz o aceite protector; revisión y reemplazo de zacate deteriorado en el techo; ajuste de fijaciones de estructura. Se recomienda usar productos de limpieza biodegradables y certificación FSC para repuestos de madera. Responsable: Jefe de Mantenimiento y personal de Cocina.

Baños (4 baños de concreto y block, 31.85 m² total): Limpieza y desinfección diaria (inodoros, lavabos, azulejos). Verificación semanal del sistema hidráulico: grifos, válvulas, drenajes y sifones; detección y reparación de fugas. Revisiones mensuales de revestimientos cerámicos y sellos sanitarios; reposición de azulejos y repellos fisurados o faltantes. Prevenir obstrucciones con limpieza de trampas de grasa y filtros de entrada. Uso de quimicos ecológicos para limpieza. Responsable: Personal de Limpieza y Fontanero.

Iglesia (estructura de madera dura, techo de zacate, 100.05 m²): Limpieza periódica (bancos, piso, ventiladores). Inspección semestral de la estructura de madera: vigas, columnas y piso; aplicar fumigación preventiva contra xilófagos (termitas) cada 6-12 meses. Reemplazo parcial de zacate dañado en el techo (anual o según desgaste). Reparación de grietas en paredes o pisos. Responsable: Mantenimiento y Grupo de Vigilancia.

Restaurante (100.05 m²) y Deck asociado (155.52 m²): En cocina industrial: limpieza diaria de campana extractora, hornos, refrigeradores y filtros; revisión semanal de equipos y gabinetes. Comedor: limpieza diaria de mobiliario y sanitarios. Mantenimiento anual de instalaciones (ventilación, aire acondicionado, gas). El deck de madera se barre a diario y se lava periódicamente; aplicar sellador/ barniz marino anualmente para proteger la madera de

humedad y salitre; reviSA tornillos y barandillas. Aplicar tratamiento antideslizante en pisos exteriores. Responsable: Jefe de Cocina, Jefe de Mantenimiento y equipo de Carpintería.

Cabañas circulares (4 unidades de 100.96 m²): Mantenimiento similar a la palapa/cabañas: revisiones mensuales de techos de zacate, paredes de madera o block, puertas/ventanas; limpieza interior frecuente. Cambio de mosquiteros y reparación de mobiliario. Comprobación del funcionamiento de equipos (aire acondicionado, fontanería) y control de humedad. Aplicación periódica de barniz protector en madera y selladores impermeables en techos. Responsable: Recepción y Mantenimiento.

Alberca con Proyecto (74.80 m²) y Deck de alberca (182.07 m²): Se seguirá un programa integral de mantenimiento de piscinas. Diario: medir y ajustar cloro libre y pH por la mañana y tarde; retirar hojas y residuos flotantes; vaciar canastos de skimmer; verificar 8 h de funcionamiento de la(s) bomba(s); inspeccionar fugas o ruidos anormales en filtros . Semanal: análisis completo del agua (alcalinidad,

dureza, estabilizador); cepillado de paredes y fondo; aspirado intensivo; limpieza o retrolavado de filtros; limpieza profunda de skimmers y trampas de bomba; aplicar alguicida o clarificador preventivo; choque de cloro si procede . Mensual: calibrar sensores de pH/ORP; inspeccionar bombas, juntas, tuberías e iluminación subacuática; lubricar y apretar sellos y pernos de bombas; verificar y sustituir arena o medio filtrante según desgaste; renovar parcialmente el agua (5-10%) . El deck se barre y lava a diario, revisando la estructura de madera como en el deck del restaurante. Responsable: Encargado de Albercas.

Cabaña de playa (54.30 m²): Revisión periódica de su estructura y techo; limpieza diaria de pisos y muebles; aplicar anticorrosivo en piezas metálicas por la sal; control de humedad interior (ventilación). Inspección anual de anclajes y refuerzos estructurales. Responsable: Mantenimiento.

Recepción (23.50 m²): Control diario de sistemas de climatización, electricidad e iluminación; chequeo de alumbrado de seguridad. Limpieza diaria de mostrador y área de espera. Revisión mensual de techos y paredes (físuras, hongos) y prevención de filtraciones pluviales. Responsable: Recepcionista y Mantenimiento.

Bodega (15.50 m²): Orden y limpieza permanentes; control de inventario de materiales peligrosos (pinturas, aceites, baterías), almacenándolos en estantes impermeables. Revisión anual de impermeabilización y ventilación. Colocar trampas para roedores. Responsable: Mantenimiento.

Humedal artificial (25.08 m²): Se establece un plan de operación y mantenimiento específico

Monitoreo hidráulico, verificar diariamente que el agua fluya por todo el humedal (no haya bloqueos ni estancamiento de agua) . Revisar niveles de agua y limpiar tuberías o rejillas de entrada/salida tras lluvias intensas. Estructuras: inspeccionar diques, vertederos y compuertas mensualmente y después de inundaciones; reparar grietas o sedimentos acumulados. Vegetación: controlar el nivel del agua para mantener un ambiente óptimo; inspeccionar vegetación cada mes, podar crecimiento excesivo y quitar especies invasoras manualmente. No emplear herbicidas salvo casos extremos (por riesgo a la filtración de químicos) . Plagas: prevenir madrigueras de roedores sellándolas con bentonita; instalar trampas o barreras físicas contra ratas; controlar larvas de mosquitos creando condiciones de flujo (evitar agua estancada) . Limpieza: remover sedimentos y limo acumulado en la charca cada 1–2 años. Responsable: Personal Ambiental/Jardinería.

Vivero de plantas (40.00 m²): Actividad continua para producción de especies nativas de la región . Riego y abonado: regar diariamente según necesidad (sistema de riego por goteo o manual), uSA composta u otros fertilizantes orgánicos para enriquecer el suelo. Propagación: mantener lotes de semilleros con sustrato certificado; seguir protocolos de germinación para asegurar alta tasa de supervivencia . Saneamiento: eliminar malezas, podar brotes muertos, ventilar almácigos. Control orgánico de plagas (trampas, depredadores naturales). Inventario: registrar variedades y trasplantar plántulas a maceta mayor en tiempo óptimo. Responsable: Jardinería/Ecólogo contratado.

2.5.5.2. Limpieza e Higiene

Se define un protocolo riguroso de limpieza e higiene en todas las instalaciones: Limpieza diaria de habitaciones, áreas comunes, sanitarios y áreas de servicio con detergentes biodegradables; desinfección periódica de superficies de alto contacto (manillas, mesas). Barrido y lavado de pisos en decks y jardines. Productos de limpieza: selección de químicos de bajo impacto ambiental; dosificación controlada (sistemas cerrados) . Lavandería: uso racional de agua y detergentes ecológicos. Actualización de productos: evaluar alternativas sustentables (papel reciclado, jabones biodegradables).

2.5.5.3. Seguridad Operativa y Emergencias

Se implementa un plan de seguridad integral: Equipamiento: extintores revisados mensualmente; detectores de humo, señalización de rutas de evacuación visibles y alumbrado de emergencia funcional. Brigada de emergencia: designar personal capacitado para incendios y primeros auxilios, realizar simulacros anuales . Inspecciones de seguridad: recorridos diarios de vigilancia en edificios, cocina y áreas técnicas; control de elementos peligrosos (herramientas, maquinaria). Estructuras externas: sellado de postes de luz y pararrayos según norma. Cumplimiento normativo: todas las acciones cumplen con los reglamentos municipales, normas oficiales mexicanas (NOM) y lineamientos del PN Tulum. Se documentan incidentes y se toman medidas preventivas inmediatas.

2.5.5.4. Inspecciones Estructurales

Se programan inspecciones estructurales periódicas: Semestral: revisión visual de techos, vigas, columnas y muros de todas las construcciones; detección de fisuras, deformaciones o corrosión; ajuste de elementos desprendidos. Anual: inspección detallada por ingeniero civil: integridad de

cimentaciones, drenes pluviales y fijaciones. Según buenas prácticas, se realiza mantenimiento preventivo antes de fallos mayores . Los hallazgos se registran en bitácora y generan órdenes de trabajo correctivas inmediatas. Este seguimiento permite abordar problemas a tiempo y prolongar la vida útil de la infraestructura.

2.5.5.5. Jardinería y Vivero – Bajo Impacto

El diseño paisajístico y los cuidados de áreas verdes siguen criterios ecológicos: Especies nativas: plantar únicamente flora local para asegurar adaptación y minimizar riego; esto incrementa biodiversidad y efectividad de restauración . Riego eficiente: uso de riego por goteo y captación de agua de lluvia para riego de jardines; se promueve reúso de aguas grises tratadas en el humedal. Fertilización orgánica: compostaje de residuos vegetales in situ; aplicación de biofertilizantes. Control integrado de plagas: promover depredadores naturales y trampas biológicas (evitar pesticidas químicos) para proteger insectos benéficos. Mantenimiento del vivero: se actualizan continuamente protocolos de siembra y trasplante, asegurando sobrevivencia de plántulas para restauración ecológica. El vivero se utiliza también para compenSA impactos: e.g. reforestación de áreas vecinas dañadas.

2.5.5.6. Manejo de Residuos Sólidos

Se establece un sistema de segregación de residuos en toda la propiedad: contenedores separados para orgánicos (restos de alimentos), reciclables (vidrio, plástico, metal, papel) y peligrosos (pilas, aceites, pilas, aparatos electrónicos). Se brinda capacitación al personal para el correcto depósito. Se promueve el compostaje de residuos de cocina y poda . Los residuos peligrosos se almacenan temporalmente en área acondicionada y se contrata recolección autorizada según norma. Se eliminan plásticos de un solo uso (p.ej. popotes) y se incentiva la reutilización de materiales. En general, el manejo de desechos sigue principios de economía circular: reducir, reciclar y reuSA en la medida de lo posible .

2.5.5.7. Eficiencia Energética y Ahorro de Agua

Se adoptan medidas de eficiencia para minimizar la huella ecológica: Iluminación: reemplazo de lámparas incandescentes por LED de bajo consumo ; uso de sensores de movimiento y

temporizadores en áreas de tránsito; apagar luces inneceSA ias. Climatización: termostatos inteligentes para optimizar aire acondicionado/calefacción; buen aislamiento térmico en techos y paredes; ventilación cruzada natural donde sea posible. Energía renovable: evaluación de instalación de paneles solares para calentar agua y electricidad auxiliar. Ahorro de agua: instalación de grifos y regaderas de bajo flujo ; promoción de cambio de toallas/ sábanas solo cuando sea neceSA io. Reúso de agua: recolección de agua de lluvia desde techos para descarga de inodoros y riego; tratamiento de aguas grises en el humedal para uso no potable (riego del vivero, limpieza). Estas prácticas de mantenimiento sostenible reducen costos operativos y el impacto ambiental

2.5.6. Cronograma de Actividades

Las tareas se organizan según frecuencias:

- Diariamente: limpieza de áreas comunes, baños y alberca ; verificación de extintores y pasillos libres; revisión de bombas (agua potable y piscina) ; control de cloro/pH en alberca cada 12 horas ; recogida de basura y cambio de contenedores si es neceSA io.

- Semanalmente: inspección de jardinería (riego, poda ligera); revisión de sistema hidráulico (fugas en tuberías, funcionamiento de bombas); análisis completo del agua de piscina (alcalinidad, dureza) ; limpieza a fondo de filtros y aspirado en alberca ; limpieza profunda de la cocina (campana) y comedores; revisión de inventario de suministros.

- Mensualmente: calibración de sensores de piscina y revisión de infraestructura (bombas, tuberías) ; inspección de condiciones estructurales básicas (techos, cubiertas) ; mantenimiento de equipos (lubricar poleas, apretar tornillos, reviSA sellos) ; control de plagas general; revisión de bitácoras y capacitación de personal en procedimientos ambientales

- Anualmente: mantenimiento mayor (reemplazo de zacate, recubrimiento impermeable de alberca, limpieza profunda del humedal, poda de altura en árboles, impermeabilización general, inspección estructural completa por ingeniero); actualización de manuales de operación; programa de compensación ambiental (reforestación, monitoreo de flora/fauna); auditoría de consumo de energía y agua para ajustar metas de ahorro

Todas las actividades incluyen un registro (bitácora de mantenimiento) donde se anota fecha,

responsable, y observaciones, garantizando trazabilidad.

2.5.7. Responsabilidades

Cada tarea tiene responsables definidos:

- Director/Gerente General: supervisión global del programa, asignación de recursos, coordinación con autoridades ambientales. Asegura cumplimiento legal (LGEEPA, Programas de Manejo) .
- Jefe de Mantenimiento: planifica, ejecuta y supervisa las actividades diarias/semanales/ anuales; coordina al personal técnico y contratistas externos; ordena refacciones; comunica hallazgos al Gerente.
- Personal de Mantenimiento (eléctrico, fontanería, carpintería, albañilería): realiza las rutinas asignadas (cambio de filtros, reparaciones menores, tratamientos de madera, etc.), reportando anomalías.
- Equipo de Limpieza: responsable de la limpieza diaria e higiene de las instalaciones (cocina, baños, habitaciones, áreas públicas) usando insumos ecológicos.
- Encargado de Jardinería/Vivero: mantiene áreas verdes, el vivero de plantas nativas y el humedal; gestiona riego y abonado, controla plagas vegetales, propaga especies para restauración.
- Encargado de la Alberca: ejecuta el programa de mantenimiento de agua (dosificación, análisis, limpieza) según los protocolos citados ; mantiene equipos de filtración.
- Coordinador de Seguridad: implementa plan de emergencias, supervisa simulacros, revisa equipo contra incendios; mantiene capacitado al personal en primeros auxilios y manejo de contingencias .
- Contratistas Externos: técnicos especializados (sistemas de tratamiento de agua, plomería pesada, exterminación de plagas, fumigaciones, etc.) se contratan según necesidad con proveedores certificados.
- Brigada de Emergencia: grupo de colaboradores entrenados designados para apagar

incendios y evacuar huéspedes en caso neceSA io .

El programa se evaluará periódicamente (anual) y se actualizará conforme a nueva normatividad o incidencias detectadas. En cada punto se enfatiza la prevención (mantenimiento rutinario), la mitigación (control de daños in situ) y la compensación (restauración de ecosistemas, reforestación, educación ambiental), tal como exige el marco de Áreas Naturales Protegidas

2.5.8. Obras asociadas al Proyecto.

No se contempla

2.5.9. Etapa de Abandono del Sitio.

No se contempla

2.5.10. Utilización de explosivos.

No se contempla.

2.6. Materiales y Equipo.

Para la operación del Proyecto, no se requiere del uso de maquinaria pesada, únicamente se requieren materiales para la rehabilitación del los inmuebles, que mayormente consiste en trabajos de mampostería, pintura, detallado y acabado, así como de plomería, eléctrico y carpintería.

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	*MATERIALES*
Carretilla, tambos	*Cemento, cal, pegazulejo, estuco*
picos, palas, barretas	*Tubería de PVC*
martillos, mazos, cincel	*arena, Grava, sascab*
Taladros, sierras.	*Cabrería y Alambre*
Andamios Tubulares	*Block diferentes dimensiones*
Coartadoras de disco eléctricas	*Viguetas pretensadas*

Martillo Neumático	*Cancelería de ALUMINIO*
bombas eléctricas	*PTR, ángulos, perfiles, varillas, anillos*
Camioneta, remolque	*Madera, tablas, lienzos, pisos, palma*

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

Durante las etapas para las cuales de operación y mantenimiento que se solicita la autorización, se generan residuos sólidos urbanos y aguas residuales, en el primer caso, se contara con un manual de buenas practica para el manejo de residuos sólidos urbanos.

2.7.1. Preparación del Sitio

Esta etapa **no se contempla en el presente estudio**, toda vez que solo se requiere de la autorización para la operación de las obras ya existentes sancionadas por la PROFEPA. Por lo que no se requieren actividades de remoción de vegetación, compactación del suelo, y nivelación del terreno par obras NUEVAS O DISTINTAS a las señaladas y circunstanciadas por la PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE

2.7.2. Operación

En esta etapa se generarán residuos sólidos urbanos o domésticos integrados por botellas de plástico, cristal, latas de aluminio, bolsas de plástico, cartones, restos de comida, y residuos vegetales resultantes de los procesos de cocción de alimentos.

2.8. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Para la disposición de los residuos sólidos generados en la **operación del Proyecto**, se contarán con recipientes de plástico resistente de capacidad de 100 litros que en su interior tendrán bolsas de plástico para facilitar su recolección.



Representación gráfica de los recipientes para residuos a utilizar en la vivienda.

2.9. Disposición final.

Se realizarán las gestiones ante el Municipio para solicitar los servicios de recolección por la unidad de transporte hasta los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales autorizados. En caso de no presentarse el servicio de forma habitual, se trasladarán los residuos por medios propios hasta el basurero municipal.

2.10. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de Aguas Residuales.

Modelo de tratamiento terciario con humedal artificial

El sistema propuesto integra tratamiento secundario previo (e.g. fosa séptica) seguido de un humedal artificial como fase terciaria para pulir el efluente. cumpliendo la normatividad vigente: en particular la NOM-001-SEMARNAT-2021 (límites máximos en descargas de aguas residuales) y, si se reutiliza el agua tratada, la NOM-003-CONAGUA-1997 (calidad para riego y servicios) (CONAGUA, 1997). El Programa de Manejo del Parque Nacional Tulum enfatiza que el "manejo adecuado de aguas residuales" es una medida de conservación prioritaria y prohíbe verter aguas residuales sin tratamiento. En consecuencia, el modelo busca obtener un efluente muy depurado (p.ej. DBO <20–25 mg/L, muy bajos coliformes) para cumplir NOM-001 y evitar riesgos a acuíferos y cenotes.

Cálculo de caudal y carga orgánica

La generación de aguas residuales depende de la ocupación. Para estimar el caudal se puede usar 200– 250 L/habitante·día y 60–75 g DBO/hab·día. Por ejemplo, un huésped de hotel aporta ≈250 L/día y 75 g DBO . Si el hotel dispusiera unas 50 plazas, ello correspondería a ≈12.5 m^3/día y ~3.75 kg DBO/día (≈62.5 equivalentes de población). A este caudal debe sumarse la descarga de la cocina y baños

públicos; en general se puede redondear a ~15–20 m^3/día. Estos valores orientan el dimensionamiento del humedal: a menor caudal (o mayor tiempo de retención) mejor remoción.

Diseño del sistema de tratamiento

El modelo incluye varios componentes encadenados:

Pretratamiento: rejillas y filtro grueso para sólidos mayores; trampas de grasa en la cocina (evitan obstrucciones y reducen carga de lípidos). Estos elementos protegen las etapas posteriores y la filtración del humedal.

Tratamiento primario (anaerobio): un tanque séptico de dos cámaras (o laguna anaerobia) donde sedimentan sólidos y se inicia la degradación de materia orgánica. Este paso reduce la carga de DBO y sólidos en suspensión, protegiendo el humedal artificial.

Humedal artificial (tratamiento terciario): se emplea un **humedal de flujo subsuperficial**

(vertical u horizontal). Este consiste en un canal de grava y arena por el que fluye el agua por debajo de la superficie, plantado con vegetación emergente. (Los humedales de flujo **superficial** –casi sin ánodos– son estanques someros (<0.4 m de lámina) con cañas y juncos , pero requieren más área.) Estudios han mostrado que en humedales subsuperficiales con vegetación adecuada se consigue remoción promedio alta: alrededor del 80 % de la DBO total y entre 75– 96 % del nitrógeno amoniacal . Para maximizar la eficacia se deben usar plantas nativas que toleren aguas residuales. Ejemplos apropiados incluyen *Typha dominguensis* (eneas), *Pontederia cordata*, juncos (*Juncus effusus*) y cáñamos (*Scirpus* spp.), así como otras plantas emergentes típicas de humedales tropicales . Estas especies extraen nutrientes (N, P) y oxigenan el sustrato rizosférico, favoreciendo nitrificación y asimilación. El sustrato (grava/arena) debe tener alta permeabilidad ($K_s \approx 10^{-3}$–10^{-4} m/s) para evitar atascos. **Dimensión:** el área se calcula con base en el caudal y la carga orgánica aplicados (cm de carga hidráulica). Por ejemplo, con ≈15 m^3/d y una carga hidráulica de ~10 cm/d (diseño conservador), se requerirían ~150 m^2 de humedal. Cargas menores (p.ej. 5–8 cm/d) incrementarían más la remoción y seguridad de cumplir normas.

Postratamiento (opcional): tras el humedal puede emplearse una cámara de cloración o un tubo UV para asegurar la eliminación de patógenos (e.coli) si se va a reutilizar el agua en contacto con

personas o en sistemas de riego público. Esto garantizaría las concentraciones exigidas por NOM-003-CONAGUA (p. ej. coliformes bajos, turbidez <50 NTU).

Vertimiento o reúso: según el Programa de Manejo, **está prohibido verter aguas sin tratar** en el Parque. El efluente final tratado debería usarse preferentemente en riego de jardines, sanitarios o recarga controlada de pozo (sujeto a permiso) cumpliendo la NOM-001- SEMARNAT-2021. Si se descarga a cuerpo de agua (casi improbable en P.N. Tulum), requiere permiso de CONAGUA y adhesión estricta a los límites de NOM-001. En la práctica, se recomienda reutilizarlo localmente (cumpliendo NOM-003-CONAGUA-1997 para agua de riego), minimizando la infiltración directa al suelo kárstico sin tratamiento adicional.

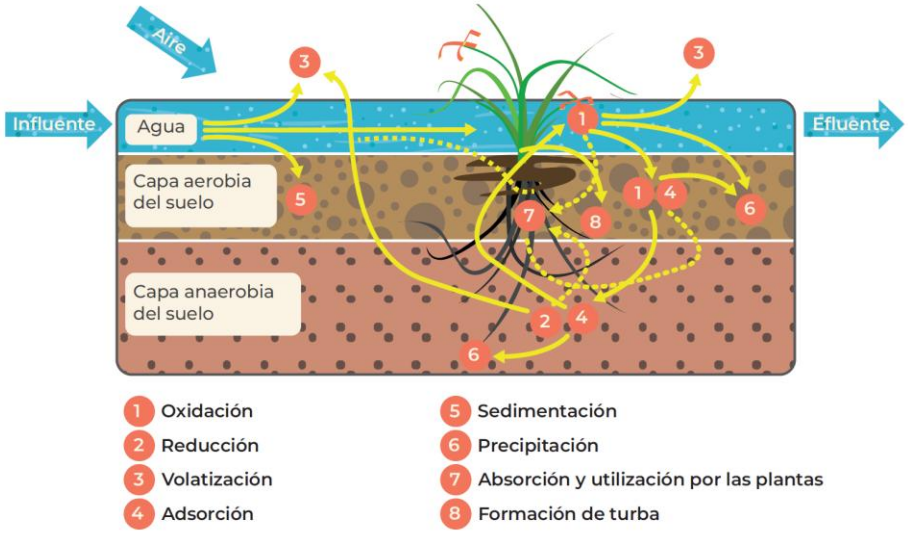
Cada componente se diseña siguiendo las especificaciones mexicanas. Por ejemplo, la norma NOM-001-SEMARNAT fija topes como DBO5 $\leq$ 20 mg/L y SST $\leq$ 30 mg/L para efluentes municipales terciarios, lo cual es alcanzable con un buen humedal (véase el caso citado). El Programa de Manejo de Tulum exige además monitoreo regular y mantenimiento (revisión de vegetación, limpieza de sedimentos en el humedal, verificación de calidad del agua). Con este esquema integrado – pretratamiento sólido/lípidos + fosa séptica + humedal plantado + pulimento final– se obtiene un efluente de calidad acorde con CONAGUA/SEMARNAT y compatible con la conservación del Parque.

Conclusiones

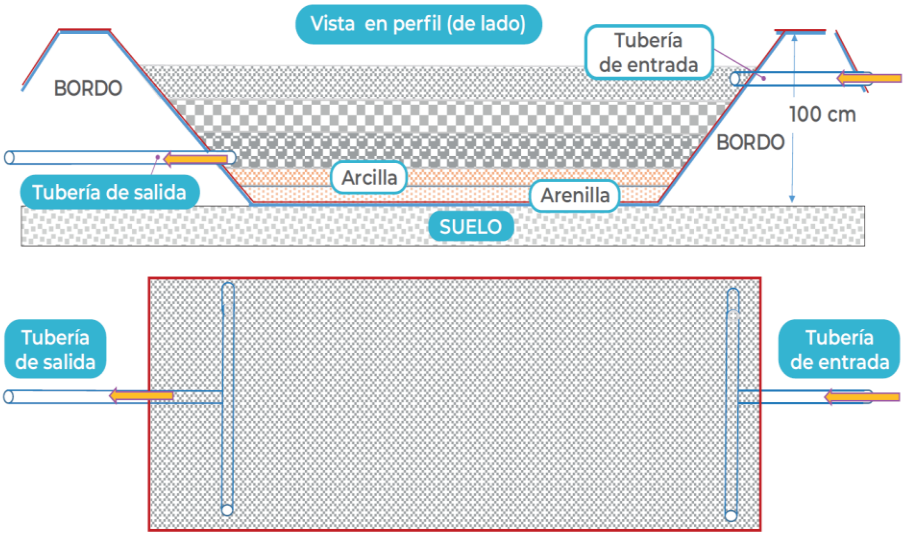
El modelo propuesto cumple con la normatividad aplicable (NOM-001-SEMARNAT y NOM-003-CONAGUA) y con el Programa de Manejo de Tulum, al enfatizar la retención y tratamiento adecuados de las aguas negras antes de cualquier liberación. La elección de un humedal subsuperficial con especies emergentes nativas permite eliminar la mayor parte de materia orgánica y nutrientes. Este sistema de bajo consumo energético y mantenimiento (monitoreo de vegetación, limpieza periódica) es especialmente apropiado en un entorno protegido como Tulum, pues convierte un residuo (agua negra) en un recurso reúso potencial sin dañar la zona costera ni los ecosistemas frágiles del Parque.

Fuentes: Manuales y estudios técnicos sobre humedales artificiales y normas mexicanas. En particular, la NOM-001-SEMARNAT-2021 sobre límites de vertimiento, las cifras típicas de carga de un hotel, la eficacia de humedales subsuperficiales en terciario y recomendaciones de especies de plantas. El Programa de Manejo del Parque de Tulum subraya la necesidad de "manejo adecuado de

aguas residuales" y prohíbe vertidos sin tratar. Estos lineamientos respaldan el diseño aquí esbozado.



Mecanismos de eliminación de contaminantes de un humedal artificial.



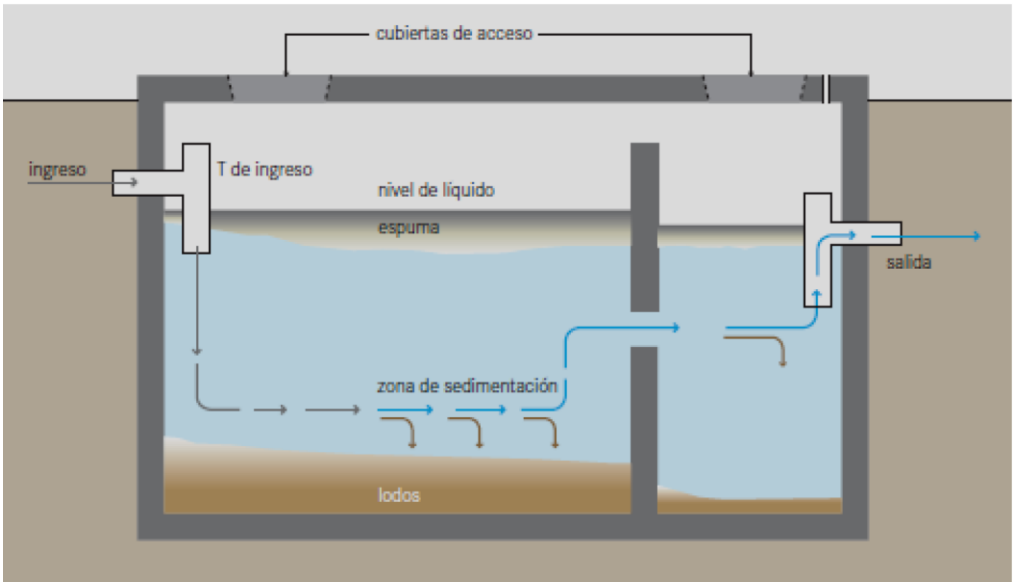
Arreglo del humedal artificial

Tanque séptico El tanque realiza múltiples funciones de: sedimentación, digestión y de remoción de materiales flotantes, se comporta como un digestor de baja carga, sin mezcla y sin calentamiento. Es una de las principales alternativas para el tratamiento de aguas negras en pequeñas áreas no servidas por redes de alcantarillado. Su funcionamiento puede describirse de la manera siguiente:

- Los sólidos presentes en las aguas negras se van al fondo del tanque, que forman la capa de

lodo.

- Los aceites grasas y materiales ligeros van a la superficie del tanque y forman la capa de espuma.
- El agua negra con menos sólidos fluye entre la camada de sólidos y la espuma para salir en el extremo opuesto a la entrada y conducirse al post tratamiento.
- El material orgánico retenido sufre una descomposición facultativa y anaerobia, que la transforma en compuestos más estables (CO_2,CH_4 y H_2S).
- La descomposición anaerobia produce una reducción continua del volumen de lodo depositado en el fondo del tanque. La acumulación de espuma y lodo produce una reducción del volumen del tanque por lo tanto debe ser periódicamente extraído y deshidratado.



Diseño del tanque séptico que se conecta al humedal artificial



En las imágenes se puede aprecia el humedal artificial con lo que se dará tratamiento al agua residual durante la operación y mantenimiento del proyecto.

Durante la operación y mantenimiento del proyecto, se contara con 4 humedales artificiales, distribuidos de la siguiente forma, uno en la área de recepción en el acceso en el acceso al predio; un en el área de Palapa y cocina, uno en la zona de cabañas, y uno en la zona donde se ubica la habitación del velador y vigilante. Se anexa plano electrónico en formato dwg , y georreferenciado en wgs84 UTM

El sistema contará con trampas de grasas en la zona de cocina para evitar él envió de estas hacia el tanque de sedimentación.

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

La manifestación de impacto ambiental es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo; conforme a su definición plasmada en el artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. De esta forma, en cumplimiento con las disposiciones de los Artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), así como los Artículos 5 y 13 del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (REIA), de la citada Ley, en este capítulo se presenta la vinculación del Proyecto con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos en materia ambiental que le son aplicables.

En este apartado se demuestra de manera puntual que el Proyecto es viable en cuanto a las disposiciones jurídicas ambientales que le son atribuibles, evidenciando mediante un análisis estricto el cumplimiento a las disposiciones legales, criterios, ordenamientos y disposiciones regulatorias aplicables tanto al caso, como al área en concreto. Con el fin de facilitar la consulta de la información vertida, se incluyen planos de ubicación espacial del Proyecto respecto a los diferentes instrumentos jurídicos, así como datos de referencia.

3.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 con última reforma el 11 de abril de 2022, y tiene por objeto propiciar el Desarrollo sostenible y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su Desarrollo, salud y bienestar. Se deberán atender las disposiciones relativas al medio ambiente, particularmente en materia de Áreas Naturales Protegidas e Impacto Ambiental, así como la prevención y el control de la contaminación (Diario Oficial de la Federación, 1988). En este sentido, las obras del proyecto se edificaron previo a la publicación de esta ley. Sin embargo, para garantizar la adecuada protección al ambiente, durante la etapa de operación, funcionamiento y respectivo mantenimiento, se somete a evaluación dichas actividades del proyecto.

Su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) establece los criterios, procedimientos y requisitos que deben seguirse para realizar la evaluación del impacto ambiental de Proyecto s públicos o privados que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente.

En específico, la LGEEPA establece la obligación de realizar la evaluación del impacto ambiental (EIA) para todas aquellas actividades humanas que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente. La finalidad de la EIA es identificar los posibles impactos ambientales que pueda tener una actividad determinada en este caso la OPERACIÓN DEL PROYECTO, así como proponer medidas de mitigación, compensación o prevención para minimizar dichos impactos y garantizar la protección del medio ambiente y la salud de las personas.

3.1.2. Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de julio de 2000 con última reforma publicada el 20 de mayo de 2021. La presente norma contempla disposiciones relativas a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. Particularmente, se deberá presentar especial atención al artículo 60 TER, el cual enlista una serie de prohibiciones para actividades que afecten el manglar (Diario Oficial de la Federación , 2000).[11]

Tabla 3. 5. Vinculación del Proyecto con la LGVS.

Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre	
Instrumento Normativo	**Vinculación con el Proyecto**

Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	El polígono del Proyecto se ubica en una zona en donde se encuentran diferentes especies de vida silvestre, por lo que se seguirán todas las especificaciones establecidas en los ordenamientos jurídicos aplicables. Asimismo, se manifiesta que el Proyecto no contempla ningún tipo de aprovechamiento extractivo de la vida silvestre. Aunado a lo anterior, un especialista realizará recorridos en las áreas de trabajo para realizar las acciones que mejor correspondan con el fin de rescatar a los ejemplares de flora y fauna que lo requieran y trasladarlos a las áreas de conservación del Proyecto , siguiendo lo establecido en el Programa de Conservación,
Artículo 59. Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al Desarrollo de Proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación y reintroducción, así como de investigación y educación ambiental autorizados por la Secretaría.	El Proyecto no contempla el confinamiento de ninguna especie, salvo durante el periodo de recuperación de individuos rescatados. Asimismo, el Proyecto no incluye el manejo de especies probablemente extintas en el medio silvestre
Artículo 60 TER: Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los Proyecto s turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los	El Proyecto se ajusta de manera íntegra a las especificaciones del presente Artículo 60 TER, dando total cumplimiento a lo establecido en el mismo.

corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos. Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.	

Fuente: Elaboración propia con información recuperada de la LGVS.

El artículo 60 TER de la (LGVS) establece que*: "queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los Proyecto s turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar" (1 de febrero de 2007)[12].

Considerando lo antes expuesto, se puede establecer que la restricción determinada por el artículo 60 TER, no se limita a la remoción, relleno, trasplante o poda, sino también a cualquier obra o actividad que forzosamente debe afectar la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la de la capacidad de carga natural del ecosistema para los Proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cabios en las características y servicios ecológicos.

En tal virtud, los supuestos anteriores, resultan inaplicables al Proyecto, ya que éste, **se reitera, no contempla la realización de ninguna actividad u obra en zonas de manglar.**

Cabe señalar que LAS OBRAS DEL Proyecto TIENE UNA ANTIGÜEDAD DE MAS DE 40 AÑOS EN LA MISMA SUPERFICIE ORIGINAL DESDE EL AÑO 1977, DICHA ÁREA **no corresponde a comunidad de manglar, NI HUMEDAL COSTERO**.

El Proyecto considera la implementación de una serie de medidas de prevención y mitigación que

serán ejecutadas a través de un Sistema de Monitoreo, como un mecanismo operativo integrado por un conjunto de programas, subprogramas y componentes. Entre las medidas a aplicar se encuentran:

- Delimitación de las áreas de aprovechamiento/conservación.
- Control de emisiones de gases de combustión y partículas suspendidas.
- Mantenimiento de vehículos y maquinaria.
- Mantenimiento de obras.
- Control en los niveles de ruido.
- Conservación y restauración de suelo.
- Manejo de residuos sólidos y líquidos.
- Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial.
- Protección, manejo y conservación de fauna.
- Colocación de pasos de agua para mantener la continuidad del flujo hidrológico.
- Señalización.
- Concientización ambiental.
- Atención a contingencias ambientales.
- Monitoreo de los componentes bióticos y abióticos.
- Supervisión y vigilancia.

Si bien el Proyecto no se ubica en zona con vegetación de manglar, al interio del sistema ambiental definido, si existen vegetación aislada de manglar a más 100 m de distancia de las obras existentes y sancionadas por la PROFEPA. En este sentido, se hacen referencian los numerales 4.14 y 4.16 de la NOM-022- SEMARNAT-2022, y de acuerdo a lo señalado en el numeral 4.43 de la misma Norma, los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales. De acuerdo a lo anterior, aunado a las medidas ya indicadas, el Proyecto considera como medida de compensación, la puesta en marcha de un programa de rehabilitación y monitoreo para la comunidad de manglar que se desarrolla en la colindancia a las obras del proyecto cuando sea el caso, misma que registra cierta afectación derivada de incendios ocurridos en años pasados; lo anterior será materializado mediante la firma de un convenio de colaboración que será establecido con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Por otro lado, reflexionando sobre lo indicado por el artículo 60 TER sobre la afectación a la integralidad funcional o las interacciones ecológicas o los servicios ambientales del manglar, se señala lo siguiente:

El manglar es definido como una comunidad arbórea y arbustiva de las regiones costeras tropicales y subtropicales, compuestas por especies halófitas facultativas o halófilas que poseen características ecofisiológicas distintivas como raíces aéreas, viviparidad, filtración y fijación de algunos tóxicos, mecanismos de exclusión o excreción de sales y que, a efectos de la NOM-022-SEMARNAT-2003[13], se entiende por humedal costero las unidades hidrológicas integrales que contengan comunidades vegetales de manglares; y que dichas unidades hidrológicas se encuentran constituidas por el cuerpo lagunar costero y/o estuarino, la comunidad vegetal asociada a él (manglares, marismas y pantanos), las unidades ambientales terrestres circundantes, la o las bocas que pueden ser permanentes o estacionales, la barrera y playa, los aportes externos (ríos, arroyos permanentes o temporales, aportes del manto freático) y la zona de influencia de la marea, oleaje y corriente litoral.

El manglar que se desarrolla en el Proyecto se ubica, a nivel puntual, adyacente a la zona de duna costera y selva baja, dentro de un sistema de planicies transicionales de inundación intermietentes y estacionales y planicies acumulativas palustres, que permiten el Desarrollo de un ecosistema de humedales de manglar.

De acuerdo con la clasificación establecida por Trejo, et al., 1993[14], derivada de Lugo y Snedaker, 1974[15], el humedal que se registra en el Proyecto , corresponde al tipo denominado manglar de cuenca.

En el manglar de cuenca, el agua de inundación puede provenir de varias fuentes; como son: 1) Aporte de la precipitación pluvial, 2) escurrimiento de terrenos aledaños más elevados y 3) eventual comunicación con el mar (la cual se presenta generalmente ante el embate de alguna tormenta intensa o por los fenómenos ciclónicos propios de la región).

El proceso hidrológico dominante en la unidad geohidrológica, es el flujo del agua subterránea, a través de flujos preferenciales y grietas que drenan el agua dulce hacia la zona marina adyacente por medio de oquedades[16]. Al menos desde 1985, de acuerdo con imágenes retrospectivas tomadas

de Google Earth, se observa que la continuidad de los ecosistemas y del humedal en el área del Proyecto, fue interrumpida por la Rehabilitación de diversas vialidades y posteriormente, en el 2003, el sistema también fue afectado con la Rehabilitación de la autopista federal.

Ante estos hechos, se reitera que el Proyecto se apega de manera estricta a lo establecido en el artículo 60 TER toda vez que:

1. La obras y actividades planteadas en el Proyecto, se pretenden llevar a cabo principalmente en áreas clasificadas como de infraestructura. NO EXISTE REMOCIÓN DE VEGETACIÓN, LAS OBRAS SE UBICAN principalmente en selva y vegetación secundaria de selva. En la superficie de manglar **no se considera la realización de ninguna obra o actividad**, por lo que se concluye que, las OPERACIÓN DEL Proyecto no **incrementan la afectación**, toda vez que **no se contempla disminuir la continuidad, contigüidad y funcionalidad ecosistémica e hídrica de éste**.

2. Se reitera que, el Proyecto no considera la remoción, relleno, trasplante, poda de manglar, tampoco considera la afectación de la productividad natural que actualmente registra el manglar, ni la capacidad de carga natural del ecosistema para Proyecto s turístico o la zona de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, ya que no se considera el aprovechamiento de este ecosistema.

3. El Proyecto durante OPERACIÓN, considera la ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación, para evitar la afectación de las comunidades de manglar registradas en el área.

4. El humedal de manglar registrado en el Proyecto se encuentra en un sistema de planicies de inundación y planicies acumulativas que se encuentran actualmente fragmentadas por vialidades e infraestructura que interrumpen el aporte hídrico. La presencia y permanencia actual del manglar en esta región, es evidencia de que dependen principalmente del aporte hídrico del manto freático y de la

precipitación pluvial.

Con base en la información presentada, se demuestra el cumplimiento del Proyecto respecto del artículo 60 TER de la LGVS.

3.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) es el instrumento de política ambiental deSA rollado para fortalecer la sustentabilidad de mares y costas, teniendo como fin la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (Diario Oficial de la Federación, 2012).[28]

El POEMyRGMyMC considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

Modelo de Ordenamiento Ecológico

1. Lineamientos Ecológicos, que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.

2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.

    - Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de

acuerdo con su ubicación.

- El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

Este ordenamiento prevé una serie de acciones que se clasifican en generales y específicas, con el propósito de atender la problemática ambiental identificada en la región, designando a los tres niveles de gobierno como únicos responsables de la instrumentación de dichas acciones. Sin embargo, y aun cuando la instrumentación de las acciones mencionadas para la implementación del POEMyRGMyMC corresponden exclusivamente a las autoridades, con la intención de contribuir y manteniendo el firme compromiso de El Promovente en favor de la preservación y conservación del medio ambiente de la región en donde se ubica el Proyecto, se ha deSA rollado la vinculación con el POEMyRGMyMC.

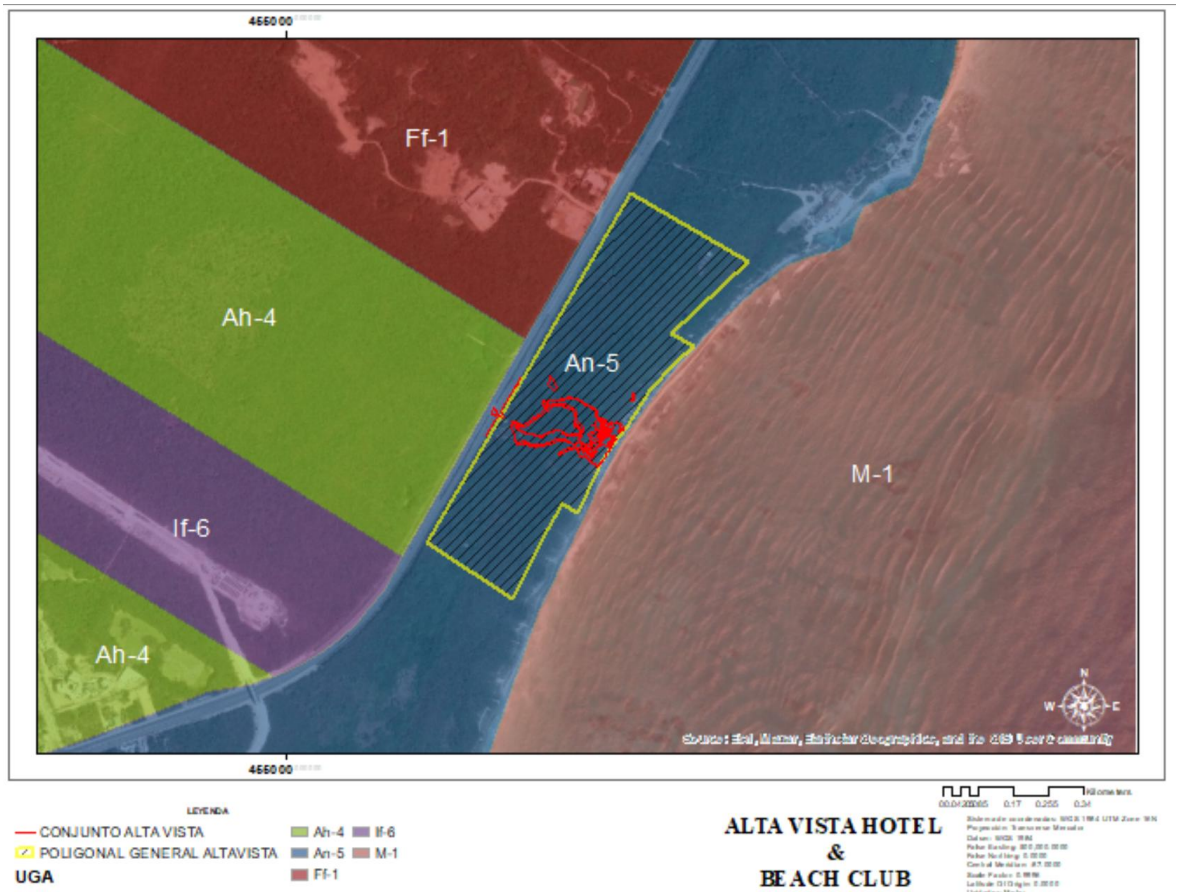
Según lo establecido en dicho ordenamiento, el Proyecto se ubica en la UGA 145 – Parque Nacional Tulum.

3.1.4. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Cancún – Tulum

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún - Tulum (POET Cancún - Tulum) fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre de 2001.

En virtud de los fundamentos legales contenidos en los artículos 65 y 66 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en el TÍTULO QUINTO del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas, resulta evidente que la especificación de densidades, intensidades, condicionantes y modalidades aplicables a las obras y actividades llevadas a cabo dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) debe ser debidamente establecida en el decreto de creación correspondiente a cada área natural protegida y en su respectivo programa de manejo. De esta manera, se establece claramente que un instrumento de

ordenamiento ecológico local carece de carácter vinculante, lo cual implica que no se presenta ninguna forma de vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum. Por tanto, la responsabilidad de garantizar la protección ambiental y el equilibrio ecológico en esta región recae exclusivamente en los decretos y programas de manejo específicos de las áreas naturales protegidas involucradas, salvaguardando así los valores y objetivos establecidos en dichos instrumentos legales.



Mapa 3. 6. Ubicación del Proyecto con relación al POET Cancún – Tulum

Sin embargo, es importante destacar que el proyecto existe previo al diseño de dicho Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum. Esto se hizo con el propósito de atender criterios que se consideraron relevantes o útiles para la protección de los ecosistemas presentes en el área. Aunque no haya una vinculación directa, se valoraron los lineamientos y recomendaciones establecidos en dicho programa como una guía adicional para asegurar la preservación y protección de los recursos naturales dentro del contexto de las áreas naturales protegidas involucradas en el Proyecto . Esto demuestra el compromiso y la consideración

de aspectos ecológicos fundamentales en la toma de decisiones, aun cuando no se encuentren obligatoriamente vinculados a través del marco legal mencionado anteriormente.

En este sentido, a continuación, se presenta la ubicación del Proyecto con relación a las UGA de este instrumento y los criterios de mayor relevación que se consideraron para el diseño del Proyecto

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún - Tulum (POET Cancún - Tulum) fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre de 2001. De acuerdo con lo establecido en el decreto del POET Cancún - Tulum, el área de estudio se localiza en las Unidad de Gestión Ambiental (UGA) .

UGA	POLÍTICA/ FRAGILIDAD AMBIENTAL	USO PREDOMINANTE	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
5	PROTECCIÓN 5 ZONAS ARQUEOLÓGICAS DE TULUM Y XEL-HA	ÁREA NATURAL	FLORA Y FAUNA	INFRAESTRUCTURA TURISMO	ACUACULTURA, AGRICULTURA, ASENTAMIENTOS HUMANOS, FORESTAL, INDUSTRIA, MINERÍA, PECUARIO, PESCA

CRITERIOS	
C	2, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 19
EI	3, 4, 5, 8, 9, 13, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 36, 37, 38, 43, 44, 49, 50, 51, 53
FF	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 32, 34, 36
MAE	1, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 39, 40, 50, 55
TU	5, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 21, 22, 24, 34, 40, 43, 44

A continuación se realiza la vinculación del Proyecto respecto a los criterios **UGA $An_5$5.**

C 2 Previo a la preparación y construccion del terreno, se deberá llevar a cabo un programa de rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas, o en el mismo predio**.**

No aplica. La superficie *en la cual se realizó la remodelación del Proyecto se encontraba ya desmontada y ocupada por el antiguo teatro y área recreativa, cuyo aprovechamiento se encontraba sancionado por la PROFEPA en la resolución número 0303/2019 .*

C 8 Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración de sitio.

No se pretende el abandono del sitio.

C 10 No se permite la utilización de explosivos, excepto para la apertura de pozos domésticos de captación de agua potable aprobados por un Informe Preventivo Simplificado y en apego a los lineamientos de la SEDENA.

Durante la remodelación del Proyecto no se requirió el uso de explosivos.

C 11 No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación.

Durante la remodelación, el material derivado de la obra no se depositó sobre la vegetación. Al momento de la elaboración del presente documento se evidencia que los alrededores al Proyecto se encuentran libres de escombros y residuos.

C 12 Los Residuos Sólidos y Líquidos derivados de la construcción deben contar con un programa integral de manejo y disponerse en confinamientos autorizados por el Municipio.

Durante los trabajos del Proyecto se contó con letrinas portátiles, los trabajadores podrán utilizar alguno de los baños que el hotel disponga o instalar una letrina portátil el tiempo que duren los trabajos.

C 13 Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruidos provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

NO se requirió de maquinaria en la remodelación y no utilizar en la etapa de operación, no es necesario.

C 14 No se permite la utilización de palmas de las especies *Thrinax radiata, Pseudophoenix SA gentii*, *y Coccothrinax* readii (chit, cuca y nakás), como material de construccion excepto las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) o viveros autorizados.

No aplica. Las actividades del Proyecto no utilizaron ni utilizaran las palmas mencionadas como material de Rehabilitación.

C 16 Todo material calizo, tierra negra, tierra de despalme, arena del fondo marino, piedra de muca, y residuos vegetales, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.

El material utilizado para la Rehabilitación (polvo de piedra, cemento y cal) fue adquirido de empresas vendedoras de materiales de la localidad.

C 19 Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación visual del paisaje.

La instalación eléctrica del Proyecto es subterránea.

EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA

EI 3 La instalación de **infraestructura** estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.

Para dar cumplimiento al criterio se somete a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental para su operación, son obras reconocidas en el plan de manejo del área natural parque nacional Tulum.

EI 4 La instalación de infraestructura estará sujeta al Programa de Manejo.

El sitio se encuentra dentro del parque nacional de Tulum, y las obras están reconocidas e integradas al plan de manejo, como superficies ya aprovechadas con antigüedad de mas de 40 años, las obras de rehabilitación no incrementaron las superficie ya ocupada por la obras sancionadas por la profepa.

EI 5 Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.

No aplica, toda vez que la actividad de remodelación del proyecto así como la futura operación Proyecto no consiste en asentamientos humanos.

EI 8 Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.

Se tomará en cuenta el criterio se prevé la generación de residuos vegetales en la operación, en el vivero se realizará el composteo de materia orgánica para su uso en la fertilización de las áreas verdes que así lo requieran.

EI 9 Se promoverá la instalación de sanitarios secos composteros que eviten la contaminación del suelo y subsuelo y la proliferación de fauna nociva en las zonas suburbanas y rurales.

No aplica, toda vez que el sitio en donde se realizó la remodelación consiste en un sitio turístico y no una zona suburbana o rural. Cabe señala que durante las actividades de remodelación se conto con letrinas portátiles, y durante la operación del proyecto, se cuenta con un sistema de humedales artificiales para el tratamiento de las aguas residuales.

EI 13 Se prohíbe la canalización del drenaje pluvial hacia el mar y cuerpos de agua superficiales y en caso de ser necesaria la perforación de pozos de absorción para su solución, se deberá obtener la anuencia de la SEMARNAT y la Comisión Nacional del Agua.

El Proyecto no cuenta con canalización de drenaje pluvial hacia el mar. No se requirió la perforación de pozos de absorción. El terreno mantiene su flujos naturales, el proyecto no interfiere con estos, toda vez que se ubica en la parte alta del predio, y la pendiente favorece los escurrimientos naturales.

EI 19 Queda prohibida la descarga de aguas residuales crudas al suelo y subsuelo.

Las aguas negras que serán generadas por la operación del Proyecto serán conducidas hacia los humedales artificiales, los cuales como se detallo en el capitulo dos, cuentan con un diseño para un tratamiento terciario de las aguas residuales.

EI 21 Quedan prohibidas las quemas de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el mantenimiento de derechos de vía.

El Proyecto hará plena observancia de este criterio, y no se prevé el uso de maquinará para el mantenimiento de los caminos existentes.

EI 22 Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.

No aplica, dado que no se realizaron caminos, ni la rehabilitación contemplo la creación de taludes para nuevos caminos.

EI 23 Los paramentos de los caminos de acceso deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.

No aplica, dado que no se realizaron caminos. Los caminos existentes se integran a la vegetación del predio.

EI 24 No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en la orilla de los caminos.

No aplica, dado que no se realizaron caminos para la operación, y durante la rehabilitación de las obras existentes no se realizo ninguna actividad de desmonte del arbolado natural del predio.

EI 25 Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.

Los caminos existentes cuentan con la señalización adecuada, también es importante indicar que la velocidad máxima es de 20 km/h, los caminos son rústicos, con lo cual no es posible la conducción a velocidades mayores a 25 km/h.

EI 26 Se prohíbe la realización de caminos sobre manglares.

No aplica, dado que no se realizaron caminos.

EI 28 Se prohíbe la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos.

No aplica, el Proyecto no consiste en instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos, el manejo de residuos solidos generados por la operación del proyecto, serán recolectados acorde al programa de manejo correspondiente.

EI 36 No se permite la construcción de muelles.

Se cumple el criterio. El Proyecto un cuenta con ningún muelle.

EI 37 No se permite la construcción de embarcaderos.

Se cumple el criterio. El Proyecto cuenta con embarcaderos.

EI 38 Se desarollaran programas para la instalación de fuentes alternativas de energía.

El Proyecto pretende la instalación de iluminación de bajo consumo como luces ahorradoras para la reducción en los consumos de electricidad. Así como un sistema de optimización de a/a con equipos ecológicos. Así mismo se proyecta la instalación futura de celdas solares para la reducción en los consumos de electricidad así como sistemas de iluminación de bajo consumo como luces ahorradoras.

EI 43 Se prohíben los campos de golf.

Se cumple el criterio toda vez que el Proyecto no consiste en campo de golf.

EI 44 Solo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación y rescate de la zona arqueológica.

No aplica, el sitio del Proyecto no se encuentra dentro de la zona arqueológica.

EI 49 No deberá permitirse la instalación de infraestructura de comunicación (postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico.
Se cumple el criterio dado que la obra realizada se encuentra desplantada en lo que fue un área recreativa, por lo que no se realizó sobre ecosistemas vulnerables o sitio de alto valor escénico, cultural o histórico. Y no contempla ninguna de las obras señaladas en el criterio, no existen en el sitio del proyecto.

EI 50 En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.

No aplica, tanto la obra de remodelación no se encuentra sobre áreas marinas o cuerpos de agua.

EI 51 Se prohíbe la construcción de nuevos caminos perpendiculares a la costa.

No aplica. No se construyeron ni construirán caminos dentro de las obras solicitadas para su operación en el presente documento.

EI 53 Los caminos ya existentes sobre humedales deberán adecuarse con obras, preferentemente puentes, que garanticen los flujos hidrodinámicos y el libre tránsito de fauna, tanto acuática como terrestre.

No aplica, el Proyecto no cuenta con caminos sobre humedales.

FLORA Y FAUNA

FF 1 Se prohibí la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.

No aplica, el Proyecto no consiste en aprovechamiento de leña.

FF 5 Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de impacto ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.

Para dar cumplimiento al criterio se ingresa el presente estudio, las obras en su operación, no interfieren con la zona de anidación de tortugas marinas, las obras se ubican a mas de 50 metros de la línea de playa arenosa, y no exswiten obras en el área de playa.

FF 6 En las playas de arribazón de tortugas sólo se permite la instalación de infraestructura fuera del área de influencia marina que será de 50 metros después de la línea de marea alta o lo que, en su caso, determinen los estudios ecológicos.

En cuanto a los 50 m, proyecto se encuentra a 51.93 m desde la pleamar de la playa. El nivel del suelo las instalaciones existentes son superior al de la playa por lo que es poco probable el ingreso de tortugas marinas a las instalaciones. Así mismo, se cuenta con un programa de manejo de tortuga marina en donde se describe el procedimiento a seguir en caso de anidación. Cabe señalar que el manejo de nidos se realizara únicamente en los siguientes casos:

- ✓ *Cuando se haya presentado elevado saqueo de nidos en las temporadas pasadas.*
- ✓ *Cuando el nido no se encuentre por detrás de la línea de marea.*
- ✓ *Cuando el nido está muy cerca de la iluminación artificial.*
- ✓ *Cuando la depredación de los huevos presente un alto porcentaje.*
- ✓ *Cuando la playa de anidamiento presente un uso antropogénico como el tráfico de vehículos, paso de caballos, etc.*
- ✓ *Cuando las raíces de plantas obstaculicen la emergencia exitosa de los neonatos.*

Respecto a esta, cabe señalar que no existe un montículo de arena como tal que forme una duna costera, por lo que el hotel Desarrollo y ejecutó un programa de reforestación con especies de duna costera, y no ocasionara modificación alguna sobre la playa ni sobre la vegetación sembrada ya que se localizara por detrás de dicha vegetación, por lo que no se espera afectación por obstrucción a la zona de anidación de las tortugas.

*Se informará al turismo sobre la presencia de tortugas en el área por lo que las actividades nocturnas están restringidas para evitar al máximo la perturbación de las hembras anidantes. Es posible realizar acciones de observación que representen un atractivo turístico adicional controlando las actividades nocturnas en la playa así como las de evitar la iluminación directa al mar. Se colocarán letreros alusivos a la protección y cuidado de las tortugas marinas***.**

FF 7 Durante el período de anidación los propietarios del predio deberán coordinarse con la autoridad competente para la protección de las áreas de anidación de tortugas.

El proyecto tiene un programa de manejo de tortugas así como con un procedimiento para la protección de tortugas marinas en donde se establece que se contactará con la Fundación Flora y Fauna para que indique un campo tortuguero en caso de ser neceSA io.

FF 8 La autorización de actividades en sitios de anidación de tortugas, estará sujeta al programa de manejo.

El proyecto cuenta con un programa de manejo de tortugas, el cual se encuentra a cargo de un profesional en biología marina, encargada del departamento de Desarrollo Sustentable del hotel, y que entre sus responsabilidades se encuentra la Protección y Conservación de la Tortuga Marina y área ambiental, quien realizó diplomados, talleres, cursos y cuenta con experiencia profesional en conservación de tortugas marinas, y monitoreo de la anidación de tortugas marinas en playa, entre otras actividades. Como parte el monitoreo, durante la temporada de anidación se llevarán a cabo recorridos de vigilancia nocturnos por la zona de playa, para la detección de hembras anidantes y para poder llevar a cabo el manejo de los nidos detectados de acuerdo al programa de manejo de tortugas del hotel.

FF 9 Se prohíbe alterar las dunas y playas en áreas de arribazón de tortugas.

No aplica para el proyecto, ya que el sitio de remodelación se encuentra muy alejado de la playa y detrás de la duna costera, por lo que no ocurrió en la remodelación, ni ocurrirá en la operación afectación a las tortugas en su anidación por la permanencia de dicha obra.

FF 10 En playas de arribazón de tortugas se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.

Se cumple el criterio. El Proyecto se encuentra muy alejado de la playa y la vegetación existente es una barrera natural que limita la dispersión de la luz hacia a zona de playa.

FF 11 En las áreas adyacentes a las playas de arribazón de tortugas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ámbar, para garantizar la arribazón de las tortugas, debiendo restringirse alturas e inclinación en función de estudios específicos.

La iluminación del Proyecto cumplirá con lo señalado, y no contemplan la instalación de iluminación en zona de playa.

En cuanto a la etapa de operación, los horarios de trabajo quedaran restringidos a horas de luz natural, con lo que se evitara el uso de luz artificial. Con estas acciones se evitará crear desorientación en las hembras anidantes como en las crías.

FF 12 Se prohíbe el tránsito de vehículos automotores sobre la playa salvo el necesario para acciones de vigilancia y mantenimiento autorizados
En ninguna etapa del Proyecto se introducirán vehículos, maquinaria, motos, caballos o cuatrimotos en la zona de playa con el objeto de evitar la compactación de la arena y afectación de las características del hábitat de las playas susceptibles de anidación.

FF 13 Se realizara la señalización de las áreas de paso y uso de las tortugas marinas durante la época de anidación y desove de la tortuga marina.

Durante la época de anidación y desove de la tortuga marina se instalara señalización en las áreas de paso. Y se coordinara con la dirección del parque para coadyubar en la vigilancia de la zona de anidación.

FF 14 En playas de arribazón de tortugas no se permite el acceso a ganado vacuno, porcino, caballar, ovino o de cualquier otra índole, la introducción de especies exóticas, ni el acceso de perros y gatos, así como la permanencia de residuos fecales de los mismos en la playa.

El proyecto no cuenta con ganado vacuno, porcino, caballar, ovino o de cualquier índole que pudiera ingresar a la zona de playa. Así mimo, el proyecto no permite la introducción de mascotas.

FF 16 Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo lo que la Ley General de Vida Silvestre prevea.

Es de observancia el criterio. Se concientizará a los trabajadores mediante pláticas y folletos la importancia de evitar la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre.

FF 17 Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados.

El Proyecto cuenta con un vivero, que fue acreditada su existencia en la resolución de profepa..

FF 18 Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.

El Proyecto no requiere el uso de los compuestos mencionados.

FF 19 Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.

No aplica, el Proyecto no consiste en UMA de ningún tipo.

FF 20 No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizado por la SEMARNAT

No aplica, el Proyecto no tiene fines extractivos de material biologico.

FF 21 Se prohíbe el aprovechamiento de las plantas *Thrinax radiata, Pseudophoenix SA gentii, Chamaedorea seifrizii, Coccothrinax readii y Beaucarnea ameliae* (chit, cuca, xiat, nakás y despeinada o tsipil) y todas las especies de orquídeas, a excepción de las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).

No aplica, el Proyecto no requiere el aprovechamiento de las especies de plantas mencionadas en el criterio.

FF 22 Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.

Se cumple el criterio. El Proyecto no introducirá especies de flora y/o fauna exótica invasivas, toda vez que se mantiene la vegetación existente de forma natural.

FF 23 Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar *Casuarina equisetifolia* y se restablecerá la flora nativa.

En el sitio del Proyecto no se encuentra pino de mar.

FF 26 Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.

Se cumple el criterio, el Proyecto no requiere uso de explosivos en la opareacion.

FF 32 Se prohíben los dragados, apertura de canales, boca y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina y la línea de costa.

Se cumple el criterio, el Proyecto no requiere dragados ni obras en la línea de costa.

FF 34 En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM-ECOL-059-1994, deberán realizarse los estudios necesarios para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto

negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.

En la superficie del Proyecto no se encuentra vegetación dentro de la norma señalada.

FF 36 Se prohíben los dragados y explosivos en áreas de manglar.

No aplica, el Proyecto no requiere tampoco del uso de explosivos

MANEJO DE ECOSISTEMAS

MAE 1 En las playas sólo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera o asoleaderos.

Se cumple el criterio ya que no se realizarán construcciones en la playa. Solo la obras existens serán las que entren en funcionamiento

MAE 4 No se permite encender fogatas en las playas.

No aplica para las actividades del Proyecto, se indicará los huéspedes que esta actividad esta prohibida.

MAE 5 Se prohíbe la extracción de arena de playas, dunas y lagunas costeras.

No aplica para las actividades del Proyecto, se indicará los huéspedes que esta actividad esta prohibida.

MAE 6 Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.

Durante la operación del Proyecto se utilizarán productos biodegradables para la limpieza.

MAE 7 No se permite la infraestructura recreativa y de servicios en el cordón de las dunas frontal.

No aplica para el Proyecto toda vez que se encuentra fuera del cordón de dunas frontal.

En cuanto al sitio donde de realizo la Rehabilitación esta fuera del cordón de duna costera, el Proyecto quedará por detrás de la vegetación de duna.

MAE 9 No deberán realizarse nuevos caminos sobre dunas.

Se cumple el criterio. Solo se solicita la autorización para la operación de las obras sancionadas por la profepa.

MAE 11 No se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de las dunas, ni la modificación de éstas.

Tal como se mencionó en el criterio MAE 7, el proyecto no se ubica sobre la duna, de modo que se encuentra en su estado natural. El Proyecto no interfiere con la vegetación de duna costera.

MAE 12 La utilización de los humedales estará sujeta a la autorización de impacto ambiental que garantice el mantenimiento de los procesos geohidrológicos, calidad de agua, flujo de nutrientes y diversidad biológica.

No aplica, ninguna de las obras del Proyecto se encuentra en zona de humedales

MAE 13 Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de cuerpos de agua, cenotes, lagunas, rejolladas y manglar.

No aplica, ninguna de las obras del Proyecto se encuentra en esos ambientes.

MAE 17 Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.

No aplica, ninguna de las obras del Proyecto se encuentra en zona federal y/o cuerpos de agua.

MAE 18 Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona perimetral a los cuerpos de agua.

No aplica, ninguna de las obras del Proyecto se encuentra en zona perimetral de cuerpos de agua que requiera su reforestación, estas se conservan en su estado nativo.

MAE 22 Para cualquier despalme de la cobertura vegetal en predios privados, además de la SEMARNAT, será necesario contar con la aprobación del Instituto Nacional de Antropología e Historia.
Para las obras del Proyecto no se considera que se requiera de la aprobación del INAH toda vez que las superficies del Proyecto ocupan sitios previamente utilizados, no se registran vestigios arqueológicos, y la rehabilitación no requiero de remoción de vegetación.

MAE 23 La reforestación deberá realizarse con flora nativa.

No aplica, el Proyecto no realizara actividades de reforestación. En caso de requerirse en la operación del proyecto, se empleará la misma vegetación existente en el predio del proyecto

MAE 24 No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.

Se cumple el criterio, ninguna de las obras del Proyecto se encuentra sobre dolinas, cenotes y/o cavernas. La rehabilitación no modifico ninguna de estas estructuras.

MAE 25 No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliación de los cenotes y la remoción de la vegetación, salvo en caso de rescate, previo estudio de impacto ambiental.

No aplica, las obras del Proyecto para su operación no requiere de esta estas actividades..
MAE 26 Se prohíbe el desmonte, despalme o modificaciones a la topografía en un radio de 50 m. alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas

No aplica, las obras del Proyecto no se requiere para su operación la remoción de vegetación, ni durante la rehabilitación se removió este tipo de vegetación.

MAE 27 La utilización de cavernas y cenotes estará sujeta a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la biodiversidad; promoviendo además la autorización para su uso ante la Comisión Nacional del Agua.

No aplica, las obras del Proyecto no se encuentran en cenotes.

MAE 30 En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes naturales principales.

Durante la rehabilitación de la obra no se modificaron superficies del suelo que llegasen a modificar los escurrimientos naturales, y durante la operación, no se contemplan actividades que interfieran con los flujos naturales.

MAE 31 Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y reflujo superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.

No aplica, las obras del Proyecto no se encuentran sobre, o cerca de vegetación de manglar.

MAE 32 Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.

De observancia.

MAE 39 Se prohíbe el despalme.

La superficie requerida por la remodelación del Proyecto no se realizó despalme[2] tal como lo define el POET como remoción masiva de vegetación.

MAE 40 Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal nescesaria para la restauración y mantenimiento del sitio arqueológico.

No aplica, el Proyecto no consiste en desmonte para la restauración y/o mantenimiento del sitio arqueológico.

MAE 50 En las unidades aptas para la protección ecológica, únicamente se permitirá llevar a cabo las actividades recreativas, científicas o ecológicas, que contemple el programa de manejo que se diseñe para tal efecto.

No aplica para el Proyecto .

MAE 55 Se prohíbe la acuacultura en cuerpos de agua naturales.

No aplica, el Proyecto no sealizara actividades acuícolas.

TURISMO

TU 5 Se prohíbe la construcción de cuartos hoteleros.

Se cumple el criterio, no construirá cuartos hoteleros, se solicita la operación de los existentes, y reconocidos por al profepa, su prexistencia antes de la promulgación de la ley en materia ambiental y de los orddeamientos ecológicos vigentes..

TU 10 Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.

Se anexa el programa

TU 11 Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.

Se anexa el programa

TU 12 En el espeleobuceo no se permitirá molestar, capturar o lastimar a la fauna cavernícola ni modificar, ni alterar o contaminar el ambiente de la caverna.

No aplica, las actividades del Proyecto no contemplan la realización de espeleobuceo.

TU 13 Solo se permitirá el uso eco turístico del manglar y los humedales bajo las modalidades de contemplación de la naturaleza, senderismo, campismo y paseos fotográficos.

Se hará plena observancia a este criterio, y se informara a los usuarios las normas que deben de seguir y cumplir durante las actividades de contemplación, senderismo, campismo y paseos..

TU 14 Solo se permite la práctica del campismo, rutas interpretativas, observación de flora y fauna y paseos fotográficos.

Se cumple el Proyecto dentro de sus actividades son las mencionadas

TU 18 Las actividades turísticas y/o recreativas estarán sujetas a estudios ecológicos especiales que determinen áreas y horarios de actividades, así como la capacidad de carga de conformidad con la legislación vigente en la materia

Se cumple, con la presentación de este documento, y el cumplimiento de las normativa del plan de manejo del parque nacional..

TU 21 En los casos en que las zonas aptas para el turismo colinden con alguna área natural protegida, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas, a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.

El proyecto cumple con lo dictado en el programa de manejo del parque nacional

TU 22 En el Desarrollo de los Proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.

Se cumple el criterio, toda vez el Proyecto cumplen con mantener dichos ecosistemas mencionados en el criterio.

TU 24 En las actividades y Desarrollos turísticos, el cuidado conservación y mantenimiento de la vegetación del área no desmontada es obligación de los dueños del Desarrollo o responsable de las actividades mencionadas, y en caso de no cumplir dicha obligación, se aplicarán las sanciones correspondientes conforme a la normatividad aplicable vigente.

Se cumple el criterio. El hotel cuenta con un encargado ambiental.

TU 34 Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los instructores o guías, deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.

Las actividades del Proyecto contemplan la realización de actividades turísticas que requieran de instructores o guías, los cuales contarán con las certificaciones acorde a la legislación ambiental.

TU 40 Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.

De observancia. Los huéspedes y trabajadores serán concientizados de no darle alimento a la fauna silvestre mediante folletos e instalación de letreros informativos.

TU 43 En las Zonas Arqueológicas solo se permite las construcciones de obras, infraestructura o Desarrollo avaladas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.

No se requiere del aval de INAH toda vez que el sitio del Proyecto no se encuentra dentro de la zona arqueológica

TU 44 Antes de efectuar cualquier tipo de Desarrollo e infraestructura se deberá efectuar un reconocimiento arqueológico y notificar al Instituto Nacional de Antropología e Historia de cualquier vestigio o sacbé (camino blanco maya) que se encuentre.

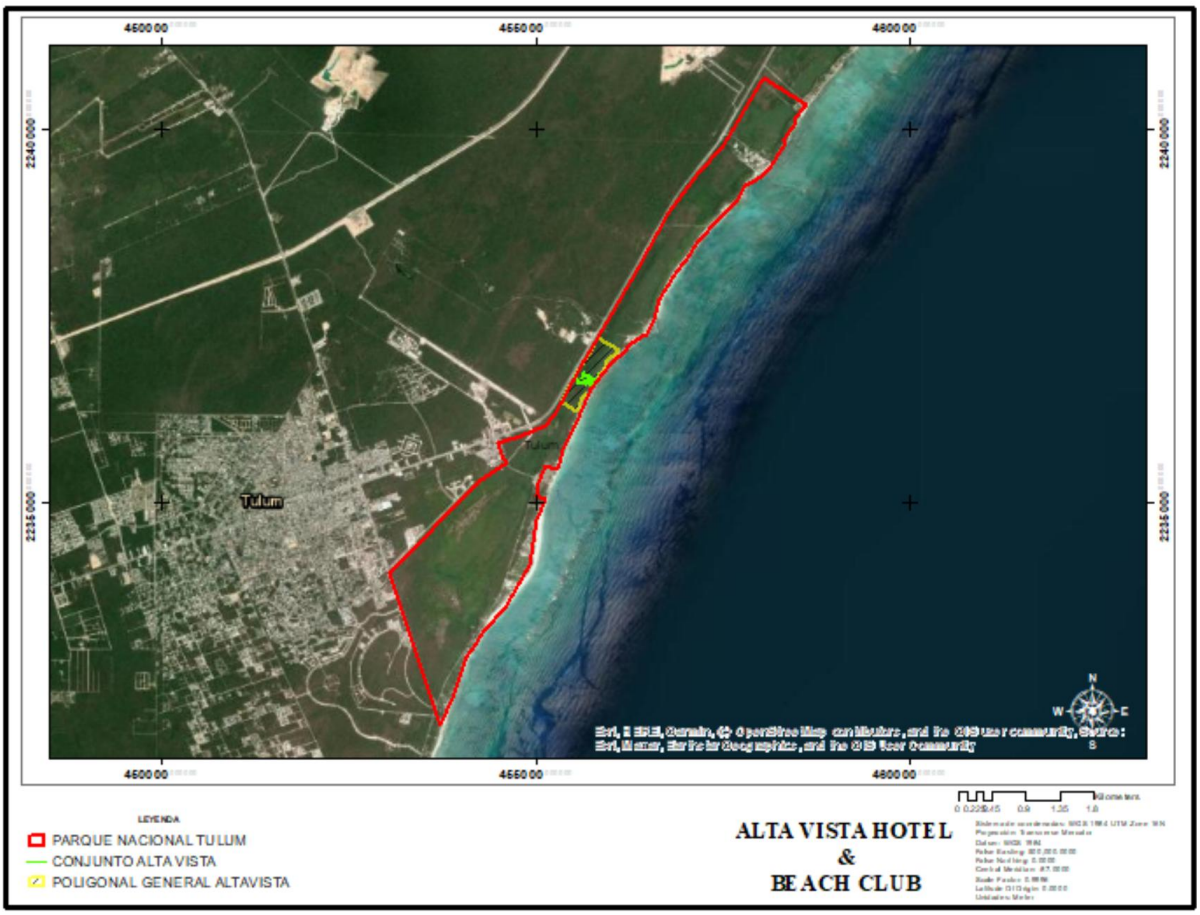
Donde se realizó la remodelación para dar paso a la operación del Proyecto no existen estructuras arquelogicas..

Con lo anterior en consideración, se verifica que el Proyecto consideró el contenido de este Instrumento de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo del Proyecto .

3.1.5.Parque Nacional Tulum

El Parque Nacional Tulum, ubicado dentro del municipio de Tulum, en el estado de Quintana Roo, cuenta con una superficie de 664-32-13 ha, establecido mediante decreto presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 1981 (Diario Oficial de la Federación, 1981).[30]

La ubicación del Proyecto con relación al ANP Parque Nacional Tulum se representa en el Mapa siguiente.



El Programa de Manejo correspondiente a este Parque Nacional Tulum, contempla las siguientes reglas administrativas, que a continuación se vinculan con la operación y mantenimiento del proyecto.

Regla 1. Las presentes Reglas Administrativas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro del Parque Nacional Tulum, ubicado en la costa oriental del Municipio de Tulum, en el estado de Quintana Roo.

El presente proyecto corresponde a la operación y mantenimiento de una obras sancionadas por la PROFEPA, la cual en su resolución administrativa señala, que se debe obtener la autorización correspondiente para su operación, acorde con al cumplimiento de los instrumentos normativos, en este caso, a lo que eñala el programa de manejo del parque nacional Tulum, por que el promovente se pegara a lo que sus reglas administrativas señalan, dando cumplimiento a las mismas.

Regla 2. La aplicación de las presentes Reglas Administrativas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el "Decreto por el que, por causa de utilidad pública se declara parque nacional con el nombre de Tulum, una superficie de 664-32-13 Has., ubicada en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo", el presente Programa de Manejo y demás disposiciones legales aplicables en la materia.

El actual estudio se presenta a ante la SEMARNAT para su valoración, acorde a los señalado en el párrafo anterior

Regla 3. Para efectos de lo previsto en las presentes reglas, además de las definiciones contenidas en la LGEEPA, y en su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, se entenderá por:

I. **Biodegradable**. Producto o sustancia que puede descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos, como el sol, el agua, las bacterias, las plantas o los animales;

II. **CONANP.** Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

III. **Contaminación lumínica.** Brillo o resplandor de la luz en el cielo nocturno, producido por la reflexión y la difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias inadecuadas y/o excesos de iluminación;

IV. **Dirección**. Unidad Administrativa de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, encargada de la administración y manejo del Parque Nacional Tulum;

V. **Ecotecnia**. Las técnicas para la producción de infraestructura, alimentos y energía, que garantizan una operación limpia, económica y ecológica que puede conseguirse mediante acciones participativas, comunitarias y a través de la armonización de objetivos económicos, sociales y ecológicos;

VI. **INAH.** Instituto Nacional de Antropología e Historia;

VII. **Infraestructura piloteada.** Construcción o instalación de madera o material degradable, superficial, no cimentada, que minimiza el impacto ambiental de los ecosistemas, y que permite el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna;

VIII. **LAN.** Ley de Aguas Nacionales;

IX. **LBOGM**. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados;

X. **LGBN.** Ley General de Bienes Nacionales;

XI. **LGDFS**. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable;

XII. **LGEEPA**. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

XIII. **LGVS**. Ley General de Vida Silvestre;

XIV. **OGM**. Organismo genéticamente modificado. Cualquier organismo vivo, con excepción de los seres humanos, que ha adquirido una combinación genética novedosa, generada a través del uso específico de técnicas de la biotecnología moderna que se define en la LBOGM, siempre que se utilicen técnicas que se establezcan en dicha Ley o en las Normas Oficiales Mexicanas que deriven de la misma;

XV. **Parque Nacional Tulum**. Área Natural Protegida con una superficie de 664-32-13 ha, ubicada actualmente dentro del municipio de Tulum, en el estado de Quintana Roo, con la categoría de Parque Nacional conforme a lo establecido mediante "Decreto por el que, por causa de utilidad pública se declara parque nacional con el nombre de Tulum, una superficie de 664-32-13 ha, ubicada en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo" publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 y 30 de abril de 1981, primera y segunda publicación respectivamente;

XVI. **Prestador de servicios turísticos.** Persona física o moral que, con fines de lucro, se dedica a la organización y/o atención de grupos de visitantes que tengan por objeto ingresar al Parque Nacional Tulum con fines recreativos y/o culturales, y que requiere de la autorización para actividades turístico recreativas otorgada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas;

XVII. **PROFEPA.** Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

XVIII. **Reglas**. Las presentes Reglas Administrativas;

XIX. **SEDENA.** Secretaría de la Defensa Nacional;

XX. **Sendero interpretativo**. Es un pequeño camino o huella que permite recorrer con facilidad un área determinada del Parque Nacional Tulum, que cumple varias funciones, como: servir de acceso y paseo para los visitantes, ser un medio para el desarrollo de actividades educativas y servir para los propósitos administrativos de la referida área natural protegida, en su caso;

XXI. **SEMARNAT**. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

XXII. **Turismo de bajo impacto ambiental**. Aquella modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en viajar o visitar espacios naturales relativamente sin perturbar, con el fin de disfrutar y apreciar sus atractivos naturales, así como cualquier manifestación cultural del presente y del pasado que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueva la conservación, con bajo impacto ambiental y cultural, e induce un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales, tales como:

a. Ciclismo exclusivamente en la subzona de Uso Público Caminos de Ingreso.
b. Caminata en senderos interpretativos.

c. Observación de flora y fauna silvestre.
d. Turismo de sol y playa.
e. Pernocta en los sitios establecidos para tal fin.

XXIII. Usuario. Persona física o moral que en forma directa o indirecta utiliza o se beneficia de los recursos naturales existentes en el Parque Nacional Tulum, y

XXIV. Visitante. Persona física que ingresa al Parque Nacional Tulum para realizar actividades turísticas, recreativas, culturales o de esparcimiento.

El promovente tiene conocimiento de las defunciones que para la aplicación del programa se contemplan.

Regla 4. Todos los usuarios y visitantes, deberán recoger y llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y depositarlos fuera del Parque Nacional Tulum, en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades competentes.

Es responsabilidad de los prestadores de todo tipo de servicios y de aquellas personas que realicen actividades permitidas dentro del Área Natural Protegida emplear solamente contenedores, recipientes, envases o utensilios que sean reutilizables o biodegradables.

El proyecto, contara con un programa de manejo de residuos sólidos, el cual se anexa la presente estudio.

Regla 5. Los visitantes, prestadores de servicios turísticos y usuarios que ingresen al Parque Nacional Tulum, deberán cumplir con las presentes reglas administrativas, y tendrán en su caso, las siguientes obligaciones:

I. Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos;

II. Hacer uso exclusivamente de las rutas, caminos y senderos establecidos por la Dirección;

III. Estacionarse exclusivamente en los sitios destinados por la Dirección del Parque Nacional Tulum para tal efecto;

IV. Respetar la señalización y las actividades permitidas y prohibidas en la subzonificación del Parque Nacional Tulum;

V. Atender las observaciones y recomendaciones formuladas por el personal de la CONANP, PROFEPA, INAH y SEDENA relativas a la protección y conservación de los ecosistemas del Parque Nacional Tulum;

VI. Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la SEDENA, INAH, CONANP y la PROFEPA conforme al ámbito de su competencia, realicen labores de inspección, vigilancia, supervisión, protección y control, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia;

VII. Hacer del conocimiento del personal de la SEDENA, INAH, CONANP o de la PROFEPA las irregularidades que hubieren observado, durante su estancia en el Parque Nacional Tulum;

VIII. Responsabilizarse de cualquier daño al ecosistema o a las instalaciones de

apoyo del Parque Nacional Tulum, derivado del desarrollo de cualquiera de sus actividades, y

IX. Contar previamente, en su caso, con los permisos, autorizaciones y licencias necesarios para la realización de actividades en el Parque Nacional Tulum, ante las autoridades competentes.

A todo visitante y usuario de los servicios que se brindaran en el hotel, se les entregara un tríptico donde se indique las obligaciones que deben de seguir al hace uso de la instalaciones, a su vez se contara con letreros al interior del proyecto con las normas para que los usuarios tengan conocimiento de las mismas

Regla 6. La Dirección podrá solicitar a los usuarios, visitantes o prestadores de servicios turísticos la información que a continuación se describe, con la finalidad de realizar las recomendaciones necesarias en materia de residuos; prevención de incendios forestales y protección de los elementos naturales existentes, en el Parque Nacional Tulum; así como para utilizarla en materia de protección civil y protección del visitante:

I. Descripción de las actividades a realizar;
II. Tiempo de estancia;
III. Lugares para visitar, y
IV. Origen de los visitantes.

El promovente hará del conocimiento a la dirección del parque de todas las actividades que los huéspedes y usuarios realicen durante su estancia. Se tendr auna bitácora con los datos mensuales del uso de las instalaciones.

Regla 7. Las actividades de exploración, rescate y mantenimiento de vestigios o zonas arqueológicas ubicadas en el Parque Nacional Tulum las llevarán a cabo personal del INAH o con su coordinación, y sin alterar o causar impactos ambientales significativos o relevantes sobre los recursos naturales.

En caso de ubicar y localizar vestigios arqueológicos durante la operación del proyecto, se dará aviso a la dirección del parque, la cual será la encargada de comunicar al INAH de posibles descubrimientos.

Regla 8. La Dirección, la PROFEPA y las demás autoridades competentes están facultadas para requerir a los usuarios y prestadores de servicios turísticos, la autorización, permiso o concesión que ampara el libre desarrollo de sus actividades.

El presente documento, tiene la final de obtener la autorización correspondiente para su operación, apegándose a lo que señale las autoridades competentes.

Regla 9. Previo al desarrollo de eventos culturales o de educación ambiental que estén permitidos de acuerdo con las Subzonas del Parque Nacional Tulum, los interesados deberán coordinarse con personal de la Dirección, a fin de que reciban la orientación necesaria para salvaguardar la integridad de los ecosistemas y de los usuarios.

Toda actividad en el proyecto que se trate de eventos, sele notificara con antelación a la dirección del parque para que valore su autorización, y señale las medidas que se debe cumplir para el adecuado desarrollo de esta actividad.

Regla 10. El uso de aparatos de vuelo autónomo conocidos como drones solamente estará permitido en el Parque Nacional Tulum para acciones de carácter científico y de monitoreo, y siempre que se ajusten a la Norma Oficial Mexicana NOM-107-SCT3-2019, Que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano, publicada el 14 de noviembre de 2019 en el Diario Oficial de la Federación, o la que la sustituya.

Asimismo, para el uso de drones se atenderá lo siguiente:

I. En sitios de reproducción, anidación, descanso, refugio y alimentación de fauna:
   a. Dependiendo del grupo taxonómico a monitorear, se deberán de respetar las alturas, trayectorias y velocidades recomendadas con base en estudios científicos. Si no se cuenta con esta información, se deberá priorizar el uso de otras metodologías y herramientas no invasivas como el fototrampeo, el uso de cámaras de video, entre otras;
   b. Suspender inmediatamente la actividad en caso de alteraciones en los comportamientos de la fauna silvestre;
   c. No se deben perder de vista los aparatos;
   d. No se deben realizar vuelos mar adentro, y
   e. Contar con la autorización del INAH y la aprobación de la Dirección

El uso de drones para el manejo y administración del Parque Nacional Tulum está permitido para la Dirección y demás autoridades competentes de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

El promovente se ceñirá a los señalada en la presente norma, en caso de requerir el uso de drones, se le solicitará a la dirección del parque su apoyo técnico para su realización y autorización.

Regla 11. Cualquier labor relacionada con el manejo y remoción del sargazo que se realice dentro del Parque Nacional Tulum deberá ser congruente con las disposiciones técnicas y jurídicas establecidas en el presente instrumento, asimismo las actividades deberán ser acordadas con la Dirección y la

Dirección de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Siempre que se presente el recale de sargazo, se acudirá a la dirección del parque para el apoyo técnico y logístico, que permite coadyubar en la limpieza de la playas.

Regla 12. Con la finalidad de mantener la dinámica del litoral, preservar la biodiversidad de las playas y su vegetación, así como de mantener los servicios ambientales que proveen las playas y dunas costeras, el manejo y la remoción del sargazo en las playas se podrá realizar conforme a los Lineamientos Técnicos y de Gestión para la Atención de la contingencia ocasionada por el sargazo en el Caribe Mexicano el Golfo de México, elaborado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático 2021 y/o la que la sustituya, priorizando las siguientes disposiciones:

a. El sargazo debe ser retirado de las playas manualmente. Cuando lo anterior no sea posible por la gran cantidad de sargazo arribado, se podrá utilizar maquinaria que no afecte la dinámica litoral y la biodiversidad de las playas;
b. En caso de que se requiera el uso de maquinaria, se deberá informar a la Dirección y se deberán respetar los caminos y accesos existentes a fin de evitar la perturbación de la vegetación nativa y de la biodiversidad presente;
c. La maquinaria empleada para la realización de las tareas de remoción de sargazo en playa no debe modificar las características naturales del sitio, ni la geomorfología de playas y dunas costeras, incluida la zona federal marítimo terrestre, tampoco deberá provocar compactación de la playa, así como la remoción excesiva de arena y de vegetación costera;
d. Se deberá favorecer el uso de máquinas de baja capacidad de carga, neumáticos grandes y suaves de baja presión. Evitar el uso de vehículos pesados con orugas metálicas para reducir la compactación de la arena, minimizar los desplazamientos de la maquinaria en la playa, maniobrar equipo solo en vías previamente definidas y preferentemente usar el mismo camino para entrar y salir. Por seguridad, se recomienda evitar la limpieza mecánica de la playa en presencia de personas que trabajan y/o visitan la playa;
e. Quien lleve a cabo las labores de remoción verificará la efectividad de la maquinaria que se pretenda utilizar, así como que no provoque alguno de los daños anteriormente descritos;
f. Cuando sea permitida maquinaria para labores de remoción de sargazo de la playa, se podrán utilizar barredoras de banda con sistema de vibración que permita minimizar la pérdida de arena y sedimentos; asimismo se deberán utilizar barredoras de menor peso posible, con el fin de minimizar la compactación de la playa;
g. La operación de maquinaria se realizará en la parte de la playa más cercana a la zona donde rompe la ola; considerando una franja de 3 m de ancho a partir de la marea más alta, sin afectar a la biodiversidad presente;
h. Cuando la maquinaria no se encuentre en uso, debe ser estacionada fuera de la zona federal marítimo terrestre y donde la Dirección lo indique.
i. Para el transporte del sargazo a los puntos de acopio se utilizarán vehículos de

capacidad conocida a fin de poder contabilizar la cantidad de sargazo recolectado, los cuales deberán de transitar sobre los caminos ya existentes y reconocidos por parte de la Dirección;

j. Los vehículos de carga que trasladarán el sargazo de los puntos de acopio a las estaciones de tratamiento o a los sitios de disposición final, no podrán acceder a la playa, y
k. Una vez removido el sargazo de la playa y dispuesto en los puntos de acopio, previo a su traslado a las estaciones de tratamiento o a los sitios de disposición final, se recuperará la arena adherida al sargazo en el momento de su remoción y será utilizada para la restauración de las dunas costeras.

Asimismo, la CONANP, a través de la Dirección en coordinación con la Dirección de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, y con base en el comportamiento del sargazo en el territorio, podrá implementar otras medidas en casos de emergencia. Estas medidas las comunicará oportunamente por los medios oficiales locales a los responsables de la remoción de sargazo.

El promovente, cumplirá con lo señalado en la presente regla, siempre en coordinación con la dirección del parque nacional.

Regla 13. Las personas responsables de cualquier vehículo que ingrese y salga del ANP deberán cerciorarse de que en los mismos no se trasladen o introduzcan especies exóticas, incluyendo invasoras, o que se tornen perjudiciales para el Parque Nacional Tulum, así como asegurarse que, al momento de abandonar el Área Natural Protegida no se traslade fauna nativa o endémica.

En el acceso al proyecto, se contará con personal capacitado para verificar y en su caso señalar si se presenta la introducción de alaguna especie, y a si mismo a la salida de todo vehículo. Se informará la dirección del parque en caso de que se presente algún evento del que se indica en la presente regla

Regla 14. Con la finalidad de evitar la introducción de especies exóticas que puedan afectar la integridad ecológica de los ecosistemas y el desplazamiento de las especies nativas y endémicas, toda intervención para la restauración, repoblación de los ecosistemas en áreas degradadas, deberá realizarse siempre con especies nativas del Parque Nacional Tulum, en su caso, especies compatibles con el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas originales cuando científicamente se compruebe que no se afecta la evolución y continuidad de los procesos naturales.

En caso de restaurar zona que se requieran en la operación del proyecto, se emplearán especies nativas, el listado y las técnicas de restauración se harán del conocimiento de la dirección del parque, para que avale y/o en su caso indique

al promovente las acciones adecuadas que se deban seguir.

Regla 15. El ingreso de usuarios y visitantes al Parque Nacional Tulum solo podrá realizarse por los accesos Sur y Centro del Área Natural Protegida y a través del puente de conexión entre el Área de Protección de Flora y Fauna Jaguar y el Parque Nacional Tulum.

En el caso del proyecto, este cuenta con su acceso, el cual esta señalado en la cartografía del parque, en la subzona de uso público con infraestructura turística, reconocida en el programa como las zona UP-IT5, UP-IT6, UP-IT7, en la cuales se reconocen los accesos existentes al proyecto.

Regla 16. El horario oficial en el que el Parque Nacional Tulum permanecerá abierto será el siguiente:

I. Los usuarios y visitantes (que no pernoctan) podrán acceder durante todos los días de la semana (lunes a domingo) de las 08:00 a las 17:00 horas. Se permitirá la permanencia de los visitantes en las playas de las subzonas de uso público, hasta las 19:00 horas;
II. Debido a la presencia de sitios de pernocta y de alimentación dentro del Área Natural Protegida, los visitantes podrán ingresar aún después de las 17:00 horas siempre y cuando cuenten con reservación y presenten un comprobante (pulsera, tarjeta, llave de habitación, reservación digital, entre otras) que la avale;
III. En el caso de los sitios de alimentación, el servicio de alimentos deberá terminar a más tardar a las 22:00 horas;
IV. Los pescadores autorizados podrán ingresar desde las 05:00 horas, y

El acceso al Parque Nacional Tulum para proveedores y servicios, así como vehículos para el manejo de sargazo será por la mañana en un horario de 06:00 a 10:00 y por la tarde de 19:00 a 22:00.

Se dará el cumplimiento de los horarios señalados para las actividades de visitas diurnas, en la caso del hospedaje y pernocta, también se cumplirá con los horarios establecido por la dirección del parque para toda actividad recreativa.

Regla 17. En caso de que se requieran horarios más amplios para llevar a cabo actividades tales como estudios o investigaciones, entre otras, se deberá indicar en el Aviso correspondiente a la Dirección.

En caso de actividades que se extienda mas allá del los horarios establecidos, se hará del conocimiento a la dirección del parque para su aprobación o rechazo de la mismas

Regla 18. La Dirección estará facultada para modificar eventualmente el horario oficial ante situaciones imponderables u otras que obedezcan a la planificación de actividades necesarias para facilitar la visitación, la operación, la conservación o para mejorar el funcionamiento del Área Natural Protegida.

Se atenderá lo que la dirección señale y determine.

Regla 19. Con la finalidad de evitar alteraciones en los comportamientos de orientación, reproducción, alimentación, comunicación, competencia, depredación y polinización, así como en los procesos de migración y trastornos en los ciclos de vida de la fauna y flora del Parque Nacional Tulum, la iluminación de la avenida costera y de la infraestructura turística deberá sujetarse a las siguientes condiciones:

a) Prevenir la contaminación lumínica;
b) No afectar los patrones de las aves como los comportamientos de búsqueda de alimento, anidación, reproducción y la comunicación vocal;
c) Evitar alteraciones en el medio natural o cambio en el comportamiento de la fauna silvestre como la búsqueda de alimento, reproducción y la comunicación vocal, entre otras y
d) Sólo podrán utilizarse fuentes emisoras de sodio de baja presión.

La iluminación con la que contara el proyecto, será de baja intensidad y de baja altura que pueda guiar a las personas hacia las salidas, especialmente en espacios como pasillos y escaleras.

Regla 20. Se requerirá de autorización de la SEMARNAT, por conducto de la CONANP y de conformidad con la subzonificación del presente instrumento para la realización de las siguientes actividades dentro del Parque Nacional Tulum:

I. Actividades turístico-recreativas en todas sus modalidades;
II. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonido con fines comerciales, y
III. Actividades comerciales.

El presente estudio de impacto ambiental tiene por finalidad obtener la autorización correspondiente para su operación, acorde a la zonificación del parque, que acorde ala cartografía oficial, las obras que se pretenden operar se

Regla 21. La vigencia de las autorizaciones señaladas en el párrafo anterior será:

I. Hasta por dos años, para la realización de actividades turístico-recreativas;
II. Por el período que dure el trabajo, para filmaciones, actividades de fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines comerciales que requiera más de un técnico especializado, y
III. Hasta por un año para las actividades comerciales.

Para el caso de permiso ya autorizaciones que emita la dirección del parque se solicitaran adecuadamente por los periodos establecidos.

Regla 22. Las autorizaciones emitidas por la SEMARNAT, a través de la CONANP, para la prestación de servicios turísticos, o para actividades comerciales dentro del Parque Nacional Tulum podrán ser

prorrogadas por el mismo periodo por el que fueron otorgadas, siempre y cuando el particular presente una solicitud con treinta días naturales de anticipación a la terminación de la vigencia de la autorización correspondiente, debiendo anexar a ésta el informe final de las actividades realizadas, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables.

Asimismo, la Dirección, en el análisis de procedencia de las solicitudes de prórroga de autorización, o en su caso, de las solicitudes de autorización para la prestación de servicios turísticos o para actividades comerciales, deberá observar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en los términos y condicionantes de la autorización, lo cual será documentado mediante las Actas de Supervisión correspondientes.

Para el caso de permiso ya autorizaciones que emita la dirección del parque se requirieran adecuadamente por los periodos establecidos.

Regla 23. Con la finalidad de proteger los recursos naturales del Parque Nacional Tulum y brindar el apoyo necesario, previamente el interesado deberá presentar a la Dirección un aviso acompañado del proyecto correspondiente, para realizar las siguientes actividades:

I. Investigación sin colecta o manipulación de especímenes de especies no consideradas en riesgo;
II. Educación ambiental que no implique ninguna actividad extractiva;
III. Monitoreo sin colecta o manipulación de especímenes de especies no consideradas en riesgo;
IV. Filmaciones, actividades de fotografía, la captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos, que requieran de equipos compuestos por más de un técnico especializado como apoyo a la persona que opera el equipo principal, e
V. Investigación con colecta o manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestre. Independientemente del aviso a que se refiere esta fracción, el interesado deberá contar con la autorización correspondiente en términos de lo previsto por la LGVS y su Reglamento; así como de la LGDFS y su Reglamento.

El promovente, se acercará al dirección del parque para indicar las actividades a realizar, cumpliendo con las disposiciones que se señalan en esta regla administrativa.

Regla 24. Se requerirá autorización, en su caso, por parte de la SEMARNAT y demás autoridades competentes a través de sus distintas unidades administrativas, para la realización de las siguientes actividades, en términos de lo dispuesto por el "Decreto por el que, por causa de utilidad pública se declara parque nacional con el nombre de Tulum , una superficie de 664-32-13 Has., ubicada en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo" y demás disposiciones legales aplicables:

I. Colecta de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre;
II. Colecta de recursos biológicos y genéticos forestales, así como de germoplasma forestal;
III. Obras y actividades que en materia de impacto ambiental requieran autorización, y
IV. Para el manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares o poblaciones que se tornen perjudiciales.

El presente documento en materia de impacto ambiental, tiene por objeto obtener la autorización para su operación y mantenimiento, obras que ya están reconocidas en la subzona con infraestructura turística acorde a la cartografía oficial del parque.

Regla 25. Para la obtención de los permisos, autorizaciones, avisos y prórrogas correspondientes que se refieren en el presente capítulo, el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, que podrá consultar en el Catálogo Nacional de Regulaciones, Trámites y Servicios a cargo de la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria. Asimismo, para la autorización de las actividades a que hace referencia este capítulo, las autoridades competentes deberán contar con la opinión previa de la CONANP y en todo caso, deberán observar los plazos de respuesta previstos en la normatividad aplicable.

Para el caso de actividades en sitios arqueológicos o con vestigios de esa naturaleza deberá contarse con la autorización del INAH, previo a su realización, de acuerdo con las disposiciones legales aplicables.

El proyecto cumple con la normatividad vigente de acuerdo a la LGEEPA y su reglamentos en materia de impacto ambiental, y lo señalado en al catalogo de tramites y servicios.

Regla 26. Los prestadores de servicios turísticos que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro del Parque Nacional Tulum deberán contar con la autorización correspondiente emitida por la SEMARNAT, a través de la CONANP; cerciorarse de que su personal y los visitantes que contraten sus servicios, cumplan con lo establecido en las presentes Reglas y, en la realización de sus actividades serán sujetos de responsabilidad en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Como ya se indicó anteriormente, se realizará toda solicitud en los términos que el presente programa de manejo establece para la autorizaciones correspondientes.

Regla 27. Los prestadores de servicios turísticos deberán designar un guía por cada grupo de visitantes, de preferencia de las comunidades asentadas en la zona de influencia del Parque

Nacional Tulum, dicho guía deberá de contar con conocimientos sobre la importancia, historia, valores arqueológicos, históricos y naturales; además será responsable del comportamiento del grupo y cumplir con lo establecido por las siguientes Normas Oficiales Mexicanas o a la que la sustituya en lo que corresponda:

I. **Norma Oficial Mexicana NOM-08-TUR-2002**, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de marzo de 2003;
II. **Norma Oficial Mexicana NOM-09-TUR-2002**, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de septiembre 2003, y
III. **Norma Oficial Mexicana NOM-011-TUR-2001**, Requisitos de seguridad, información y operación que deben cumplir los prestadores de servicios turísticos de Turismo de Aventura, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de julio de 2002.

El promovente contratará a prestadores de servicios acreditados para actividades que se requieran, informando a la dirección del parque de los prestadores de servicios que subcontratará de ser el caso para actividades recreativas durante la operación del proyecto.

Regla 28. Los prestadores de servicios turísticos en el Parque Nacional Tulum deben informar a los visitantes y usuarios que están ingresando a un Área Natural Protegida, en la cual se desarrollan acciones para la conservación de los recursos naturales y la preservación del entorno natural. Asimismo, deberán hacer de su conocimiento la importancia de la conservación y la normatividad que deberán acatar durante su estancia, pudiendo apoyar esa información con material gráfico y escrito.

Se garantizará que los prestadores de servicios que requiera el proyecto, cuente con los permisos y acreditaciones correspondientes, el promovente informara a la dirección del parque el nombre o razón social del prestador de servicios.

Regla 29. Los prestadores de servicios turísticos deberán contar con un seguro vigente de responsabilidad civil o de daños a terceros, con la finalidad de responder por cualquier daño o perjuicio que sufran en su persona o en sus bienes los visitantes, así como de los que sufran los vehículos y equipo, o aquellos causados a terceros durante su estancia y desarrollo de actividades en el Parque Nacional Tulum.

La Dirección no se hará responsable por los daños que sufran en sus bienes, equipos o sobre sí

mismos los visitantes o usuarios, ni de aquellos causados a terceros, durante la realización de las actividades dentro del Parque Nacional Tulum.

Como sea señalado el promovente únicamente subcontratara en caso de ser necesario a prestadores de servicios que estén acreditados, y cumplan con las disposiciones del programa de manejo del parque.

Regla 30. El turismo de bajo impacto ambiental estará permitido en las subzonas de Uso Público, este se llevará a cabo bajo los criterios establecidos en el presente Programa de Manejo y siempre que:

I. No se provoque una afectación significativa a los ecosistemas, así como su fragmentación o la alteración de éstos
II. La infraestructura requerida sea acorde con el entorno natural del Parque Nacional Tulum, y
III. Se respeten los caminos y los accesos existentes ya establecidos para tal efecto.

El proyecto se ubica en la subzona de uso público con infraestructura turística, reconocida en el programa como las zona UP-IT5, UP-IT6, UP-IT7, en la cuales se reconocen las obras del proyecto en cuestión.

Regla 31. Con la finalidad de prevenir riesgos tanto para las personas como para los ecosistemas del Parque Nacional Tulum, los visitantes, y usuarios no podrán ingresar bebidas alcohólicas. Su consumo se permitirá únicamente en los sitios debidamente autorizados de servicio de alimentación y pernocta ubicados en la subzona de Uso Público con Infraestructura Turística.

El proyecto se ubica en la subzona de uso público con infraestructura turística, reconocida en el programa como las zona UP-IT5, UP-IT6, UP-IT7.

Regla 32. Los visitantes durante su estancia en el Parque Nacional Tulum deberán cumplir con lo siguiente:

I. No podrán ingresar con sus vehículos, ni permanecer o pernoctar en áreas o accesos distintos a los establecidos para ello;
II. No dejar materiales que impliquen riesgos de incendios en el sitio visitado;
III. No provocar ruidos que perturben a otros visitantes o el comportamiento natural de la fauna silvestre;
IV. No alterar el orden y condiciones del sitio que visitan (rayar, molestar, remover, extraer, retener, colectar o apropiarse de vida silvestre y sus productos);
V. No apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico o cultural;
VI. No caminar en las áreas de anidación de tortugas marinas, así como

no realizar la observación de tortugas sin el acompañamiento de un prestador de servicios turísticos autorizado, ni tampoco interferir en las labores de protección del hábitat de anidación de las tortugas, y

VII. Deberán hacer uso exclusivamente de las rutas y senderos interpretativos establecidos para recorrer los vestigios arqueológicos presentes dentro del Parque Nacional Tulum.

A todo huésped y usuario del proyecto, se les entregará un tríptico con las normas que debe de seguir y observar durante su estancia, una copia de este se hará del conocimiento de la dirección del parque

Regla 33. Con la finalidad de conservar los elementos naturales que constituyen el Parque Nacional Tulum, las actividades de turismo y recreación, dentro de las subzonas en las que se permitan, se deberán realizar de conformidad con los criterios que establece el presente instrumento y que preferentemente tengan un beneficio directo para los pobladores de la zona de influencia, se promueva la educación ambiental y no se afecten los monumentos arqueológicos e históricos.

Se hará la observancia de las reglas administrativas que el programa de manejo contempla.

Regla 34. Con el objetivo de conservar la biodiversidad del Parque Nacional Tulum, prevenir accidentes que vulneren la integridad de los visitantes, evitar la impronta de especies de fauna silvestre, así como de reducir el riesgo de contagio de enfermedades zoonóticas, no se permite por ninguna circunstancia que los visitantes toquen, alimenten ni extraigan individuos de fauna silvestre.

Se indicara al momento de su ingreso las actividades que están permitida y prohibidas durante su estancia, y se contara con carteles ilustranod las normativas en las zonas del proyecto.

Regla 35. Con la finalidad de evitar el daño y la alteración directa de la fauna silvestre y de sus procesos biológicos, prevenir la contaminación del agua y de los suelos, y reducir el riesgo de propagación de enfermedades en el Parque Nacional Tulum, los visitantes no deberán ingresar con mascotas.

El proyecto cumplirá con la normativa e informará todo huésped y usuario de esta restricción.

Regla 36. Con el objeto de garantizar la correcta realización de las actividades de investigación científica y salvaguardar la integridad de los ecosistemas y de los investigadores, éstos últimos deberán sujetarse a los lineamientos y condicionantes establecidos en la autorización respectiva, y observar lo dispuesto en el "Decreto por el que, por causa de utilidad pública se declara parque

nacional con el nombre de Tulum, una superficie de 664-32-13 Has., ubicada en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo" de establecimiento del Parque Nacional Tulum, la NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establece las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestre y otros recursos biológicos en el territorio nacional, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de marzo de 2001 o, la que la sustituya, y demás disposiciones legales aplicables.

> **En caso de que se realice alguna actividad científica, se informara a la dirección del parque de las actividades y se hará observancia apropiada de este lineamiento.**

Regla 37. Todo investigador que ingrese al Parque Nacional Tulum con el propósito de realizar colecta y monitoreo ambiental con fines científicos deberá notificar a la Dirección sobre la temporalidad de su actividad, así como entregar una copia de los informes exigidos en la correspondiente autorización, con la finalidad de enriquecer las bases de datos del ANP. El informe final deberá presentarse a la Dirección en un plazo que no deberá de exceder los 60 días naturales posteriores a que finalicé su actividad. Los resultados contenidos en dichos informes no estarán a disposición del público, salvo que se cuente con el consentimiento expreso del investigador.

> El cumplimiento de la entrega de dicha documentación será considerado por la CONANP para el otorgamiento de otros permisos o autorizaciones que requiera el mismo solicitante en el Parque Nacional Tulum.
>
> **El proyecto no tiene fines de investigación, en caso de que algún huésped la realice, se le informara de lo requisitos y en su caso se le solicitará su permiso correspondiente y se notificará a la dirección del parque de tal actividad.**

Regla 38. Los investigadores que realicen actividades de colecta científica dentro del Parque Nacional Tulum deberán destinar al menos un duplicado del material biológico o de los ejemplares colectados a instituciones o colecciones científicas mexicanas, en términos de lo establecido por la LGVS. En caso de que los investigadores omitan la presentación de los informes referidos, la CONANP, a través de la Dirección, lo hará del conocimiento de las autoridades competentes a fin de se actúe de conformidad con las disposiciones legales aplicables para dichos casos.

> **El proyecto no tiene fines de investigación, en caso de que algún huésped la realice, se le informara de lo requisitos y en su caso se le solicitará su permiso correspondiente y se notificará a la dirección del parque de tal actividad.**

Regla 39. Sólo podrán realizarse las colectas especificadas en la licencia correspondiente. En el caso de organismos capturados accidentalmente o que no cumplan con los términos de la licencia deberán ser liberados inmediatamente en el sitio de la captura, en caso contrario será sancionado por la autoridad competente conforme a la LGVS y su Reglamento.

> **El proyecto no tiene fines de investigación, en caso de que algún huésped la realice, se le informara de lo requisitos y en su caso se le solicitará su permiso correspondiente y se notificará a la dirección del parque de tal actividad.**

Regla 40. Las licencias de colecta científica no amparan el aprovechamiento para fines comerciales ni de utilización en biotecnología.

> **El proyecto no tiene fines de investigación, en caso de que algún huésped la realice, se le informara de lo requisitos y en su caso se le solicitará su permiso correspondiente y se notificará a la dirección del parque de tal actividad.**

Regla 41. La colecta de los recursos forestales con fines de investigación en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres endémicas, en categoría de riesgo, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies, y en apego a lo señalado por la LGDFS.

> **El proyecto no tiene fines de investigación, en caso de que algún huésped la realice, se le informara de lo requisitos y en su caso se le solicitará su permiso correspondiente y se notificará a la dirección del parque de tal actividad.**

Regla 42. Para las actividades de investigación científica y monitoreo del ambiente en las cuales se requiera marcar organismos, solamente estará permitido colocar un dispositivo por ejemplar de flora y fauna silvestre quedando prohibido el doble marcaje de estos.

En caso de que dos o más proyectos de investigación coincidan en objetivos, actividades y fechas de ejecución, las personas responsables de cada uno de los proyectos deberán coordinarse a efecto de no duplicar actividades.

Asimismo, no se deberán utilizar métodos de marcaje que impliquen daño o crueldad en contra de los ejemplares de la vida silvestre.

> **El proyecto no tiene fines de investigación, en caso de que algún huésped la realice, se le informara de los requisitos y en su caso se le solicitará su permiso correspondiente y se notificará a la dirección del parque de tal actividad.**

Regla 43. El establecimiento de campamentos temporales para actividades de investigación o monitoreo del ambiente quedará sujeto a las siguientes condiciones:

I. No excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno donde se acampe;

II. No extraer productos o subproductos de flora y fauna silvestre no autorizados, y

III. No erigir instalaciones permanentes de campamento.

En la zona del proyecto no se contemplan campamentos de investigación, no es la actividad que se realizara.

Regla 44. Los programas de protección, cuidado, trasplante de nidos y liberación de crías de tortuga marina serán llevados a cabo por las personas beneficiarias de los programas de subsidios otorgados por la CONANP, personal de la SEMARNAT, CONANP o por instituciones autorizadas por éstas.

Se acatará esta disposición, informando a la dirección del parque de la existencia de nidadas de tortuga marina en los límites del proyecto. Asu vez se contara con un programa para el manejo de tortugas marinas, mismo que será coordinado con la dirección del parque.

Regla 45. Para proteger a las tortugas marinas en las playas de anidación del Parque Nacional Tulum de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT- 2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero de 2013, o la que la sustituya y el Acuerdo que adiciona párrafos a la especificación 6.3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-162- SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de marzo de 2013, se deberá:

I. Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación;

II. Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación;

III. Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías;

IV. Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la

noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina;

V. Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:

a. Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.
b. Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.
c. Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.

VI. Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.

Para garantizar lo anterior, podrán solicitar la intervención de las autoridades competentes tales como la PROFEPA, cuando la emisión de ruido proveniente de fuentes antropogénicas, en las playas o cercanas a las playas, sobrepase los siguientes niveles:

Horarios	Límites máximos permisibles de decibeles (dB)
07:00 a 13:59	58
14:00 a 19:00	60
19:00 a 06:59	55

El método de prueba a aplicar para verificar los límites antes señalados será el establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, y

VII. Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.

Se acatará esta disposición, informando a la dirección del parque de la existencia de nidadas de tortuga marina en los límites del proyecto. Asu vez se contará con un programa para el manejo de tortugas marinas, mismo que será coordinado con la dirección del parque.

Regla 46. La instalación o la construcción de infraestructura en las subzonas que así lo permitan,

será de bajo impacto ambiental, preferentemente piloteada, acorde con el entorno natural del Parque Nacional Tulum empleando preferentemente ecotecnias, materiales tradicionales de construcción propios de la región, así como diseños que no destruyan ni modifiquen el paisaje ni los recursos naturales, sin remover la vegetación, y que no interrumpa el flujo hidrológico, evitando la dispersión de residuos y cualquier perturbación de áreas adyacentes, asimismo deberá contemplar pasos de fauna y cumplir con las disposiciones legales aplicables en la materia.

En el caso del proyecto, se ubica en la subzona de uso público con infraestructura turística, reconocida en el programa como las zona UP-IT5, UP-IT6, UP-IT7, en la cuales se reconocen su existencia previa. Toda la infraestructura existente se ubica sobre una colina, la cual no interrumpe los flujos naturales, tampoco se contempla remover vegetación. Es un proyecto de mas de 30 años, y solamente se realizará la operación y mantenimiento en las zonas sancionadas por la PROFEPA y reconocidas en el programa de manejo.

Regla 47. Con la finalidad de conservar y mantener la dinámica costera e integridad ecológica de las dunas costeras, mantener las playas que son de importancia para la anidación de las tortugas marinas (*Caretta caretta, Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata*) y proteger el desove, el desarrollo embrionario y la entrada de las crías al mar de las tortugas marinas, en las playas de anidación del Parque Nacional Tulum el manejo del sargazo se realizará atendiendo las siguientes disposiciones:

a. Se deberá observar lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, o la que la sustituya

b. En ningún caso, se podrá usar maquinaria en la zona seca de la playa, principalmente en lugares de anidación de tortugas marinas;
c. Sólo se podrá utilizar maquinaria para la recolección del sargazo cuando se cuente con las medidas de protección ex situ y se recoja cerca del cien por ciento de los nidos;
d. En caso de encontrar neonatos vivos de tortugas marinas entre los restos de sargazo en la playa, se rescatarán y colocarán en un recipiente con arena húmeda; se protegerán del sol para evitar su desecación y se trasladarán a una zona húmeda de la playa que no presente sargazo o que presente una cantidad menor, para su liberación inmediata. Si esto no es posible por la cantidad de sargazo presente se avisará a la PROFEPA y serán llevadas en una embarcación fuera de la línea de rompiente del arrecife para liberarlas mar adentro, y
e. Todas las actividades para el manejo de sargazo en las playas de anidación se deberán notificar y acordar con la Dirección con cinco días previos al inicio de las

actividades.

Se acatará esta disposición, informando a la dirección del parque de la existencia de nidadas de tortuga marina en los límites del proyecto. Asu vez se contará con un programa para el manejo de tortugas marinas, mismo que será coordinado con la dirección del parque.

Regla 48. Quien haga uso de equipo o infraestructura de playa removible, de apoyo al turismo, tal como sombrillas de sol, camastros o cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías, deberá retirarlo de la playa desde las 17:00 hrs. hasta las 8:00 hrs., durante la temporada de anidación (de mayo a diciembre).

Se cumplirá con los horarios establecidos en el programa de manejo del parque.

Regla 49. En las dunas no se podrá realizar la remoción de vegetación nativa y/o su aplanamiento, y no está permitido rellenar o eliminar dunas y playas, ni modificar la línea de costa.

No se contempla la remoción de vegetación el la duna costera, se mantendrá su composición natural. El proyecto se ubica fuera de duna costera.

Regla 50. La remoción, trasplante, poda o cualquier acción de saneamiento forestal que se efectúe dentro del Parque Nacional Tulum, se realizará atendiendo lo previsto en el Artículo 114 de la LGDFS, y en su caso, preservando árboles o hábitat que sirven como lugares de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies nativas.

No se contempla estas actividades, en caso de presentarse, se informará a la dirección del parque, y se le solicitará su asesoría y apoyo técnico.

Regla 51. En el Parque Nacional Tulum sólo se permitirán actividades con OGM para fines de biorremediación, en los casos en que aparezcan plagas o contaminantes que pudieran poner en peligro la existencia de especies animales, vegetales o acuícolas, y los OGM hayan sido creados para evitar o combatir dicha situación, siempre que se cuente con los elementos científicos y técnicos necesarios que soporten el beneficio ambiental que se pretende obtener, y dichas actividades sean permitidas por la SEMARNAT en los términos de la LBOGM.

No se contempla el uso de OGM en el proyecto, ni en su operación o mantenimiento.

Regla 52. En caso de detectar plagas forestales, se deberá avisar a la CONAFOR o a la autoridad competente, debiendo ejecutar los trabajos de sanidad forestal conforme a los tratamientos

contemplados en los lineamientos que proporcione para tal efecto la CONAFOR o a los programas de manejo forestal, conforme a las disposiciones legales aplicables.

Se hará observancia de este lineamiento, informando a la dirección del parque.

Regla 53. Para el mantenimiento de los caminos de terracería, brechas y senderos arqueológicos existentes en el Parque Nacional Tulum, es obligatorio observar las siguientes disposiciones:

a. No deberán implicar su ampliación, recubrimiento o pavimentación;
b. Se deberá respetar el paisaje y el entorno natural, evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas del Área Natural Protegida y la interrupción de los corredores biológicos, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies nativas;
c. Evitar la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales y permanentes, así como la obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes, y
d. Los materiales empleados para las obras y acciones de mantenimiento de los caminos deberán preservar o reestablecer la estabilidad del suelo, y no alterar los flujos hidrológicos, así como utilizarse aquellos que representen una mayor eficiencia y menor impacto ambiental.

En la operación del proyecto, se hará observancia de esta normativa, sin altera las condiciones ya existentes reconocidas por la dirección del parque en su programa de manejo y cartografía oficial.

Regla 54. Se prohíbe el aterrizaje de helicópteros dentro del Parque Nacional Tulum, salvo para la atención de situaciones de emergencia.

En caso de ocurrencia, los helicópteros deberán seguir las rutas de vuelo unidireccionales establecidas por la autoridad competente, evitando los sitios de anidación de aves, tortugas marinas, cuerpos de agua y de vegetación en buen estado de conservación.

En ninguna circunstancia se contempla este tipo de transporte.

Regla 55. Es responsabilidad de las personas que realicen actividades dentro del Parque Nacional Tulum, utilizar contenedores, recipientes, envases o cualquier otro tipo de utensilios reutilizables y/o desechables biodegradables. En ningún caso se permitirá que a través de las actividades que se desarrollen en el Área Natural Protegida, se introduzcan o utilicen materiales desechables no biodegradables de un solo uso tales como PET, unicel, plástico, polietileno y polietileno tereftalato; por lo tanto, cualquier tipo de contenedor, recipiente, envase o utensilios fabricados con estos

materiales que se introduzca deberá ser dispuestos fuera del Parque Nacional Tulum. En todo caso, los usuarios deberán llevar consigo sus residuos sólidos inorgánicos.

El proyecto cuenta con un programa para el manejo de residuos sólidos, asu vez se informara a los usuarios de estas disposiciones del programa de manejo.

Regla 56. Quienes presten servicios turísticos recreativos deberán de respetar y hacer del conocimiento de los turistas las temporadas críticas, sitios restringidos y la capacidad de carga de los sitios.

Considerando la ubicación contigua y el flujo de visitantes entre el Parque Nacional Tulum y la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, el estudio de capacidad de carga se podrá realizar de manera conjunta entre ambas ANP, con base en los términos del artículo 80 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas, para conservar el equilibrio de los ecosistemas. En tanto las Direcciones se comunicarán de manera oportuna los resultados del estudio, asimismo estará disponible en la página de internet de estas.

En el caso de zonas o vestigios arqueológicos los estudios de capacidad de carga se realizarán en coordinación con el INAH.

El promovente se acercará a la dirección del parque para informarse al respecto, y sobre los prestadores de servicios se hará de su conocimiento.

Regla 57. La infraestructura ubicada en el polígono Costera Sur 2 de la subzona de Recuperación se destinará exclusivamente como centro de cultura para la conservación.

El proyecto se ubica en la zona norte del parque, en la subzona con infraestructura turística.

Regla 58. En la subzona de Uso Público con Infraestructura Turística, sólo se permitirá el mantenimiento de la infraestructura en uso. El mantenimiento de la infraestructura podrá incluir las obras y actividades necesarias para su adecuado funcionamiento de acuerdo con los fines a los cuales está destinada, debiendo ser acorde con el entorno natural del Parque Nacional Tulum. De ninguna manera se podrá ampliar o destinarla a usos diferentes a los ya establecidos con anterioridad al presente instrumento.

Regla 59. Tratándose de las actividades y obras para dar mantenimiento a la infraestructura destinada al turismo, se deberán observar las siguientes disposiciones:

I. Las obras y acciones de mantenimiento deberán preservar el paisaje y el entorno natural, evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas del Parque Nacional Tulum y la perturbación de los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies de vida silvestre, así como la interrupción de los corredores biológicos por los cuales transitan;

II. Para evitar la fragmentación del paisaje, la infraestructura deberá mantener la altura y dimensiones existentes al momento de emitirse el presente Programa de Manejo;

III. El color del exterior de las construcciones será definido por el impacto visual y por su capacidad de reflejar calor por lo que deberán utilizarse colores como el blanco y diferentes tonos de arena, esto con la finalidad de reducir el uso del aire acondicionado y con ello, contribuir a la reducción de los efectos del cambio climático;

IV. Las obras y actividades de mantenimiento de la infraestructura deberán realizarse utilizando exclusivamente los caminos existentes en el Parque Nacional Tulum, sin abrir nuevos senderos o caminos para el transporte de materiales o el tránsito de personas o vehículos;

V. Las actividades y obras para dar mantenimiento a la infraestructura deberán evitar la obstaculización de la infiltración del agua al subsuelo, así como la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales y permanentes, así como la obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes;

VI. Los materiales empleados para dar mantenimiento a la infraestructura en el Área Natural Protegida deberán preservar o reestablecer la permeabilidad del suelo y no alterar los flujos hidrológicos, así como utilizarse aquellos que representen una mayor eficiencia y menor impacto ambiental;

VII. Las tecnologías utilizadas para dar mantenimiento a la infraestructura en el Parque Nacional Tulum deberán promover la mayor eficiencia y el menor impacto ambiental, así como la autosuficiencia en la generación y provisión de recursos naturales como la captación de agua de lluvia y la generación de energía solar;

VIII. La infraestructura, deberá contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final (fuera del Parque Nacional Tulum) de residuos sólidos inorgánicos;

IX. Durante el mantenimiento de la infraestructura deberá evitarse en todo momento depositar residuos de cualquier tipo en los cuerpos de agua del Parque Nacional Tulum, y

X. La disposición final de los residuos generados como consecuencia del mantenimiento de la infraestructura deberá llevarse a cabo en los sitios designados para tal fin por las autoridades competentes.

El proyecto como se ha integrado en el presente estudio cumple con las disposiciones que el programa de manejo del parque estableces para las actividades turísticas.

Regla 60. En esta subzona está prohibido descargar, depositar o infiltrar cualquier desecho sólido o líquido en los suelos y cuerpos de agua. Los responsables de la infraestructura de pernocta y alimentación deberán depositarlos fuera del Parque Nacional Tulum.

El proyecto cumple con esta disposiciones, toda vez que se cuenta con los programas correspondientes, manejo de residuos, e monitoreo ambiental, los programas se anexa a este estudio.

Regla 61. Todos los materiales necesarios para el mantenimiento de la infraestructura en uso que ingresen al Parque Nacional Tulum deberán estar libres de plagas, agentes patógenos o especies exóticas invasoras.

El proyecto cumple con esta normativa, todos los insumos son adquiridos en centros autorizados, asu ve se informa a la dirección del parque de todo tipo de materiales que se ingrese para la operación y mantenimiento del proyecto.

Regla 62. Cada sitio de pernocta y de alimentación está obligado a hacer la separación correcta de sus residuos, debiendo retirarlos del Parque Nacional Tulum diariamente, a sitios de transferencia destinados por la autoridad competente.

El proyecto cuenta con un programa de manejo de residuos solidos el cuas se anexa a este estudio de impacto ambiental, y se le hará del conocimiento a la dirección del parque de este programa de manejo de residuos.

Regla 63. El sistema de transporte para visitantes deberá estar conformado primordialmente por vehículos ligeros (bicicletas, carros tipo golf modificado o similares), utilizando principalmente energías limpias.

Se hará plena observancia a este regulación.

Regla 64. Todos los usuarios que utilicen vehículos automotores dentro del Parque Nacional Tulum deberán respetar la señalización (límites de velocidad de 20 km/hr, pasos de fauna, entre otras) y las rutas de circulación vehicular que establezca la Dirección.

Se hará plena observancia a este regulación.

Regla 65. Con la finalidad de conservar los ecosistemas y la biodiversidad del Parque, así como delimitar y ordenar territorialmente las actividades dentro del mismo, se establecen las siguientes subzonas:

I. **Subzona de Preservación.** Conformada por 19 polígonos y una superficie total de

545.939716 hectáreas.

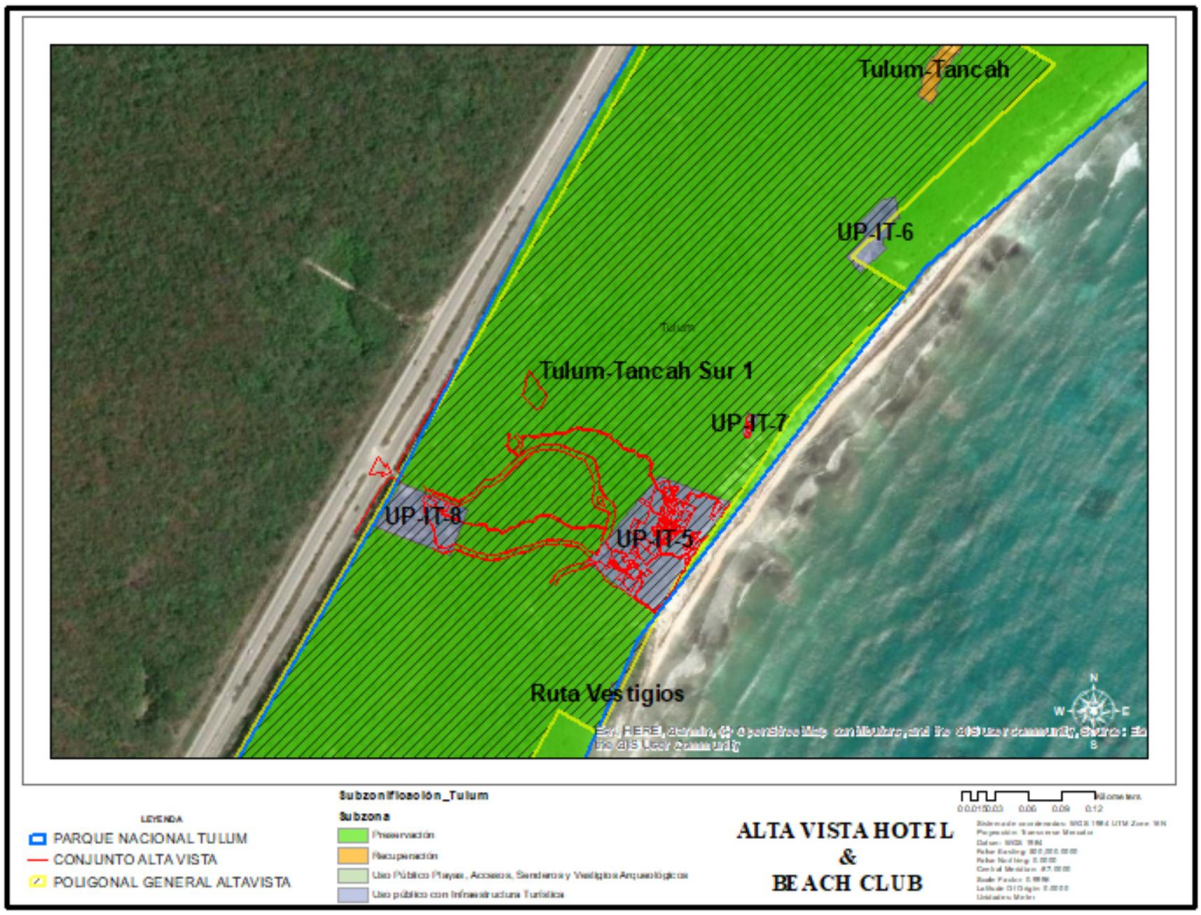
II. **Subzona de Uso Público Caminos de Ingreso.** Conformada por cinco polígonos y una superficie total de 7.477495 hectáreas.

III. **Subzona de Uso Público Playas, Accesos, Senderos y Vestigios Arqueológicos.** Conformada por nueve polígonos con una superficie total de 2.343133 hectáreas.

IV. **Subzona de Uso Público con Infraestructura Turística.** Conformada por 19 polígonos y una superficie de 38.333020 hectáreas.

V. **Subzona de Recuperación.** Conformada por 17 polígonos con una superficie total de 70.227936 hectáreas.

En el caso del proyecto, se ubica en la subzona de uso público con infraestructura turística, reconocida en el programa como las zona UP-IT5, UP-IT6, UP-IT7, en la cuales se reconocen su existencia previa.



Regla 66. El desarrollo de las actividades permitidas y no permitidas dentro de las subzonas mencionadas en la regla anterior estarán a lo previsto en el apartado denominado Subzonas y políticas de manejo, del presente Programa de Manejo.

El proyecto cumple con los lineamientos establecido, tal y como se ha señalado en este documento de impacto ambiental.

Regla 67. En el Parque Nacional Tulum queda prohibido:

I. Abrir bancos de material y extraer materiales para la construcción;

II. Acosar, molestar, dañar de cualquier forma a las especies de vida silvestre;

III. Alterar el paisaje natural;

IV. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre;

V. Alterar o modificar con obstáculos los movimientos de la fauna silvestre; así como, alterar por cualquier medio acústico, luminoso, químico, físico o mecánico, sus sitios de alimentación, reproducción, anidación y refugio;

VI. Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos (incluido el sargazo), residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, herbicidas tales como el glifosato, insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, al suelo o en cualquier clase de cauce, vaso o acuífero;

VII. Cambiar el uso del suelo, salvo para el caso de obras públicas de la administración y manejo del Parque Nacional Tulum y el acondicionamiento en beneficio de la colectividad;

VIII. Construir muelles o embarcaderos;

IX. Construir o establecer sitios de disposición final de residuos, así como de materiales y sustancias peligrosas;

X. Cortar y/o talar árboles;

XI. Destruir o modificar las bardas perimetrales y los pasos de fauna;

XII. Establecer sitios de disposición final de sargazo;

XIII. Evitar usar radios u otros equipos de sonido que alteren el comportamiento de la fauna;

XIV. Extraer, remover vestigios, partes y/o piezas de los monumentos arqueológicos;

XV. Hacer uso del fuego o fogatas y pirotecnia;

XVI. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar flujos hídricos;

XVII. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas, exóticas invasoras o que se tornen perjudiciales para la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados;

XVIII. Marcar, pintar o grafitear, árboles, paredes, muebles, edificios, anuncios, rocas y todo tipo de instalaciones del Parque Nacional Tulum;

XIX. Marcar, pintar, dañar o alterar de cualquier forma los monumentos arqueológicos;

XX. Modificar el entorno natural donde se ubican vestigios arqueológicos;

XXI. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de ejemplares, nidos, huevos, plumas, productos, partes y derivados de las especies de vida silvestre;

XXII. Pernoctar fuera de los sitios establecidos para ello;

XXIII. Realizar actividades cinegéticas, acuacultura o explotación y aprovechamiento extractivo de especies de flora y fauna silvestres, salvo

colecta científica;

XXIV. Realizar actividades comerciales ambulantes;

XXV. Realizar cualquier tipo de aprovechamiento de recursos forestales

XXVI. Realizar eventos masivos deportivos y recreativos tales como conciertos, raves, entre otros, que generen vibraciones y emisiones de luz y sonidos, que puedan perturbar a los ecosistemas;

XXVII. Realizar obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias, a que se refiere la Ley de Minería;

XXVIII. Tirar o abandonar residuos fuera de los sitios autorizados para tal efecto;

XXIX. Usar explosivos, y

XXX. Usar lámparas o cualquier fuente de luz para observación de la vida silvestre, con fines recreativos.

Se hará plena observancia a este regulación.

Regla 68. Dentro del Parque Nacional Tulum queda prohibida la fundación de nuevos centros de población.

No es la naturaleza del proyecto.

Regla 69. La inspección y vigilancia para el cumplimiento de las presentes reglas administrativas corresponde a la SEMARNAT por conducto de la PROFEPA con la coadyuvancia de la CONANP, sin perjuicio del ejercicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal.

De observancia para la autoridad.

Regla 70. Toda persona que tenga conocimiento de alguna infracción o ilícito que pudiera ocasionar algún daño a los ecosistemas del Parque Nacional Tulum, deberá notificar a las autoridades competentes de dicha situación, por conducto de la PROFEPA o del personal del Parque Nacional Tulum, para que se realicen las gestiones correspondientes.

La denuncia popular se desahogará en los términos de la LGEEPA, y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas.

Se hará del conocimiento a la autoridad correspondiente.

Regla 71. Serán causas de revocación de las autorizaciones que la CONANP otorga, cualquiera de los siguientes supuestos:

I. El incumplimiento de las obligaciones y las condiciones establecidas en ellas;

II. Dañar a los ecosistemas como consecuencia del uso o aprovechamiento, e

III. Infringir las disposiciones previstas en la LGEEPA, su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, el presente ordenamiento y las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

En los demás casos, la SEMARNAT, tomando como base los estudios técnicos y socioeconómicos practicados, podrá solicitar a la autoridad competente, la cancelación o revocación del permiso, licencia, concesión o autorización correspondiente, cuando la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos ocasione o pueda ocasionar deterioro al equilibrio ecológico.

Se tiene conocimiento de las faltas administrativas que contempla el programa de manejo para la realización de actividades dentro del parque nacional.

Regla 72. Las violaciones al presente instrumento serán sancionadas de conformidad con lo dispuesto en la LGEEPA y sus reglamentos, y demás disposiciones legales aplicables, sin perjuicio de la responsabilidad de carácter penal que, de ser el caso, se determine por las autoridades competentes en los términos que establece el Código Penal Federal.

De observancia para la autoridad.

El proyecto descrito en este documento, del cual se busca la autorización para su operación y mantenimiento, se ubica en las zonas que el programa de manejo reconoce como subzona de uso público con infraestructura turística, Conformada por 19 polígonos y una superficie de 38.333020 hectáreas., acorde a la cartografía, el proyecto se ubica en los polígonos UP-IT5, UP--IT6, UP-IT7.

Polígono 6 UP-IT-5 con una superficie de 0.788687 hectáreas, el **Polígono 7 UP-IT-6** con una superficie de 0.145965 hectáreas y el **Polígono 8 UP-IT-7** con una superficie de 0.016439 hectáreas y el **Polígono 9 UP-IT-8** con una superficie de 0.305679 hectáreas. En estos polígonos el tipo de vegetación dominante corresponde a selva baja subperennifolia y selva baja subcaducifolia.


Tulum-Tancah
UP-IT-6
Tulum-Tancah Sur 1
UP-IT-7
UP-IT-8
UP-IT-5
Ruta Vestigios
LEYENDA
PARQUE NACIONAL TULUM
CONJUNTO ALTA VISTA
POLIGONAL GENERAL ALTAVISTA
Subzonificación_Tulum
Subzona
Preservación
Recuperación
Uso Público Playas, Accesos, Senderos y Vestigios Arqueológicos
Uso público con Infraestructura Turística
ALTA VISTA HOTEL
&
BEACH CLUB


UP-IT-7
UP-IT-8
UP-IT-5
Tulum-Tancah Sur 1
Cresterías Nauyacas 1
Ruta Vestigios
LEYENDA
CONJUNTO ALTA VISTA
POLIGONAL GENERAL ALTAVISTA
Subzonificación_Tulum
Subzona
Preservación
Uso Público Playas, Accesos, Senderos y Vestigios Arqueológicos
Uso público con Infraestructura Turística
ALTA VISTA HOTEL
&
BEACH CLUB

3.1.6. NOM-022-SEMARNAT-2003

La Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003 (DOF, 2003)[35].

El contenido de esta norma nos indica que, en principio, los humedales costeros se caracterizan por tener funciones hidrológicas, de contigüidad, de regulación climática, de estabilización costera, de producción primaria que hace que la biodiversidad marina y terrestre dependa de ellos; además de que contribuyen a recargar acuíferos subterráneos que almacenan el 97% de aguas dulces no congeladas en el mundo.

El manglar y los suelos de los humedales costeros desempeñan una función importante en la depuración del agua eliminado las altas concentraciones de nitrógeno y fósforo, así como en algunos casos productos químicos tóxicos. De igual forma, el manglar es el sitio de forrajeo, caza, refugio, anidación, crecimiento y alimentación para muchas especies de fauna de los ecosistemas con los cuales hace conexión, lo que los transforma en corredores biológicos que dan continuidad a los ecosistemas, siendo unidades hidrológicas para el mantenimiento de la biodiversidad.

Esta norma surge en respuesta al reconocimiento del gran valor que tienen los humedales costeros para la sociedad en términos de servicios ambientales, cuyas metas globales de manejo están encaminadas a mantener sus procesos ecológicos, así como la implementación de acciones de protección y restauración de éstos, restaurando en lo posible el tipo de bosque y estructura forestal original y evitando la pérdida de ésta y su dinámica hidrológica. Lo anterior, considerando que la distribución de manglares en México es extensa, distribuyéndose tanto en los litorales del Pacífico y Golfo de California y del lado del Atlántico en el Golfo de México y el Caribe.

Posteriormente, mediante acuerdo de fecha 07 de mayo de 2004 publicado en el Diario Oficial de la Federación, se adicionó la especificación 4.43 a esta norma, la cual contiene la prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y dispone que los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que el informe preventivo o manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, establezcan medidas de compensación en beneficio de los

humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.

Es importante manifestar que el Desarrollo del Proyecto no contempla el desmonte ni cualquier tipo de afectación del ecosistema de manglar y humedal posterior existente en el Proyecto, por lo que no se considera la reducción de población de las especies descritas en esta NOM, y, por tanto, no representa la modificación de un ecosistema de manglar.

A continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con esta importante Norma en la Tabla 3. 31.

Tabla 3. 31. Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003
4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. Debe garantizarse en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos: La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; Su productividad natural; La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; Cambio de las características ecológicas; Servicios ecológicos; ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y
Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003
mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).
El Proyecto no considera el aprovechamiento de ecosistema de manglar, ni de individuos de mangle o de otras especies de vida silvestre. Cabe señalar que la mayor parte de las obras y actividades planteadas por el Proyecto , se pretenden llevar a cabo en áreas clasificadas como de infraestructura. La integralidad del flujo hidrológico del humedal registrado en el Proyecto no será alterada, toda vez que, dadas sus características como humedal de cuenca y la fragmentación que registra (al menos desde

1985), su dinámica hídrica depende principalmente del aporte de agua subterránea y de la precipitación pluvial. Aunado a lo anterior y debido a que no se considera el aprovechamiento de manglar, la integralidad del ecosistema y su zona de influencia, así como la capacidad de carga natural, la integridad de zonas de anidación reproducción, refugio, alimentación y alevinaje y la integridad de las interacciones funcionales entre este ecosistema y los ríos subterráneos, la duna, la zona marina adyacente y los corales, no se verán afectados. De igual manera, al no considera obras y actividades en ecosistema de manglar, no se prevén cambios en las características ecológicas, servicios ecológicos y ecofisiológicos que estos prestan. Finalmente, el Proyecto considera la implementación de una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación que serán ejecutadas a través de un Sistema de Manejo.
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.
No aplica al Proyecto toda vez que no se pretende la realización de ningún tipo de obra de canalización, interrupción de flujo o desvió de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales registrados en el Proyecto. Cabe señalar que estos ecosistemas ya registran, al menos desde 1985, una interrupción en su continuidad derivada de la Rehabilitación de diversas vialidades. Y al menos desde el 2003, el sistema también registra afectaciones derivadas de la Rehabilitación de Desarrollos turísticos. Aunado a lo anterior el Proyecto prevé, como medida de prevención y mitigación la colocación de pasos de agua para mantener la continuidad del flujo hidrológico.
4.2 Rehabilitacion de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.
No aplica al Proyecto toda vez que no se pretende la realización de canales. Cabe señalar que, como medida de compensación el Proyecto considera la implementación de un programa de rehabilitación y monitoreo para la comunidad de manglar que se deSA rolla dentro del Proyecto , misma que registra cierta afectación derivada de incendios ocurridos en años pasados. Previo a su ejecución, se firmará un convenio de colaboración con la CONANP para su puesta en marcha; así mismo el programa será elaborado y compartido con la Comisión para su autorización, por lo que se seguirán las directrices que ésta establezca.

4.3 Los promoventes de un Proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.
No aplica al Proyecto toda vez que no se pretende la realización de canales.
Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.
El Proyecto si bien pretende la Rehabilitacion de un mirador, este se apegará a la normatividad y jurisdicción aplicable sin ganar terrenos a la unidad hidrológica en zonas de manglar, el cual será construido de manera rústica con madera de la región, paralelo a la línea de costa y será pilotado, permitiendo contribuir al mantenimiento de los flujos hídricos superficiales en el sitio y se realizará hincado por medios manuales.
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.
No aplica al Proyecto toda vez que no se pretende el establecimiento de bordos.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.
Ninguna de las actividades del Proyecto considera contaminar o azolvar el humedal costero. Aunado a lo anterior el Proyecto considera la implementación de una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación que serán ejecutadas a través de un SM, descrito en el Capítulo 6 de esta MIA-P.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, ph, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.
No aplica al Proyecto toda vez que no se pretende verter o utilizar agua proveniente de la cuenca.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, Desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.

No aplica al Proyecto toda vez que no se pretende el vertimiento de agua hacia el humedal costero. Aunado a lo anterior el Proyecto considera la implementación de una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación que serán ejecutadas a través de un SM, descrito en el Capítulo 6 de esta MIA-P.
4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.
No aplica al Proyecto toda vez que no se pretende el vertimiento de agua hacia el humedal costero. Aunado a lo anterior el Proyecto considera la implementación de una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación que serán ejecutadas a través de un SM, descrito en el Capítulo 6 de esta MIA-P.
4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.
No aplica al Proyecto toda vez que no se prevé la extracción de agua subterránea.
4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes
No aplica al Proyecto toda vez que no se pretende la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales para el humedal costero.
Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003
4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.
El humedal de manglar que se deSA rolla en el Proyecto no es estuarino, éste es clasificado como de cuenca, su dinámica hídrica depende principalmente del aporte de agua subterránea y de la precipitación pluvial.
4.13 En caso de que sea neceSA io trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de Rehabilitacion en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de Rehabilitacion ni genere residuos sólidos en el área.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla trazar ninguna vía de comunicación en humedal

o sobre un humedal.
4.14 La Rehabilitacion de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.
Si bien el Proyecto considera el mejoramiento de infraestructura vial y Rehabilitacion de una vía de comunicación dentro de la franja de 100 m de distancia a la que hace referencia este numeral, el numeral 4.43 de esta Norma establece que, este límite podrá exceptuarse siempre que el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales. De acuerdo a lo anterior, el Proyecto considera como medida de compensación, la puesta en marcha de un programa de rehabilitación y monitoreo para la comunidad de manglar que se deSA rolla dentro del Proyecto , misma que registra cierta afectación derivada de incendios ocurridos en años pasados; lo anterior será materializado mediante la firma de un convenio de colaboración que será establecido con la CONANP. Previo a su ejecución, el programa será elaborado y compartido con la Comisión para su autorización. Aunado a lo anterior, en el caso de la nueva vía de comunicación, su diseño considera la colocación de pasos de agua permitiendo contribuir a los flujos hídricos superficiales en el sitio.
4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.
En caso de considerarse la disposición de los servicios que señala este numeral, el Proyecto se ajustará a lo señalado por éste.
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.
Si bien el Proyecto c o n s i d e r a la realización de intervenciones como el mejoramiento de
infraestructura ya prexistente dentro de la franja de 100 m de distancia a la que
hace referencia este numeral, el numeral 4.43 de esta Norma establece que, este límite podrá
exceptuarse siempre que el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según
sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales. De acuerdo
a lo anterior, el Proyecto considera como medida de compensación, la puesta en marcha de un
programa de rehabilitación y monitoreo para la comunidad de manglar que se desarrolla dentro

del Proyecto, misma que registra cierta afectación derivada de incendios ocurridos en años
pasados; lo anterior será materializado mediante la firma de un convenio de colaboración que será
Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003
establecido con la CONANP. Previo a su ejecución, el programa será elaborado y compartido con la Comisión para su autorización.
4.17 La obtención del material para Rehabilitacion , se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.
El Proyecto dará cumplimiento a lo señalado en este numeral.
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero.
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla actividades de dragado.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la disposición de residuos sólidos en humedales costeros. Aunado a lo anterior el Proyecto considera la implementación de una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación que serán ejecutadas a través de un SM, descrito en el Capítulo 6 de esta MIA-P.
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del Proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.

No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la instalación de granjas camaronícolas industriales.
4.22 No se permite la Rehabilitacion de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación
de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente
con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la Rehabilitacion de infraestructura acuícola.
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la Rehabilitacion de canales.
4.24 Se favorecerán los Proyecto s de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la realización de las actividades señaladas en esta especificación.
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la realización de las actividades señaladas en esta especificación.
4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.
Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la realización de las actividades señaladas en esta especificación.
4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la realización de las actividades señaladas en esta especificación.
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.

No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la Rehabilitacion de infraestructuras turística ubicada en humedal costero.
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la realización de actividades de turismo náutico.
4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.
De requerirse embarcaciones para la Rehabilitacion , éstas circularán por las rutas de navegación autorizadas y respetando la señalización marítima establecida por la autoridad.
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la realización de las actividades señaladas en esta especificación.
4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del
número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor
a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado
en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con
respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la realización de las actividades señaladas en esta especificación.
4.33 La Rehabilitacion de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el Desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la Rehabilitacion de canales.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la realización de las actividades señaladas en esta especificación.

4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la realización de actividades en áreas de manglar. Sin embargo, como medida de compensación en beneficio de los humedales, se considera la puesta en marcha de un programa de rehabilitación y monitoreo para la comunidad de manglar
Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003
que se deSA rolla dentro del Proyecto , misma que registra cierta afectación derivada de incendios ocurridos en años pasados; lo anterior será materializado mediante la firma de un convenio de colaboración que será establecido con la CONANP. Previo a su ejecución, el programa será elaborado y compartido con la Comisión para su autorización.
4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.
Como se ha comentado a lo largo de la vinculación con esta Norma y con el artículo 60 TER el Proyecto no considera el aprovechamiento de áreas de manglar, por lo que estas seguirán siendo conservadas y actuarán como corredores biológicos. Aunado a lo anterior, el Proyecto considera como medida de compensación en beneficio de los humedales, para restablecer su condición como hábitat de especies y corredor biológico, la puesta en marcha de un programa de rehabilitación y monitoreo para la comunidad de manglar que se deSA rolla dentro del Proyecto , misma que registra cierta afectación derivada de incendios ocurridos en años pasados; lo anterior será materializado mediante la firma de un convenio de colaboración que será establecido con la CONANP. Previo a su ejecución, el programa será elaborado y compartido con la Comisión para su autorización.
4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.
El Proyecto dará cumplimiento a lo indicado en este numeral, sin embargo, al encontrarse algunas de las intervenciones en la franja de conservación de 100 m, el Proyecto considera medidas de compensación que están dirigidas a favorecer y propiciar la regeneración de comunidades vegetales de manglar que

se registran afectadas. Estas medidas corresponden con la puesta en marcha de un programa de rehabilitación y monitoreo; lo anterior será materializado mediante la firma de un convenio de colaboración que será establecido con la CONANP. Previo a su ejecución, el programa será elaborado y compartido con la Comisión para su autorización.
4.38 Los programas Proyecto s de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho Proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.
El Proyecto considera como medida de compensación en beneficio de los humedales, la puesta en marcha de un programa de rehabilitación y monitoreo para la comunidad de manglar que se deSA rolla dentro del Proyecto , misma que registra cierta afectación derivada de incendios ocurridos en años pasados; lo anterior será materializado mediante la firma de un convenio de colaboración que será establecido con la CONANP. Previo a su ejecución, el programa será elaborado y compartido con la Comisión para su autorización.
4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.
El Proyecto considera como medida de compensación en beneficio de los humedales, la puesta en marcha de un programa de rehabilitación y monitoreo para la comunidad de manglar que se deSA rolla dentro del Proyecto , misma que registra cierta afectación derivada de incendios ocurridos en años pasados; lo anterior será materializado mediante la firma de un convenio de colaboración que será establecido con la CONANP. Previo a su ejecución, el programa será elaborado y compartido con la Comisión para su autorización.
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.
Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003
No aplica al Proyecto toda vez que no se contempla la introducción de especies exóticas en ninguna de sus actividades.
4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.
El Proyecto considera como medida de compensación en beneficio de los humedales, la puesta en marcha de un programa de rehabilitación y monitoreo para la comunidad de manglar que se deSA rolla

dentro del Proyecto , misma que registra cierta afectación derivada de incendios ocurridos en años pasados; lo anterior será materializado mediante la firma de un convenio de colaboración que será establecido con la CONANP. Previo a su ejecución, el programa será elaborado y compartido con la Comisión para su autorización.
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.
Los ecosistemas terrestres presentes en la unidad geográfica donde se ubica el Proyecto , en primera instancia ya presentan una gran fragmentación originada por la Rehabilitacion de vialidades y Desarrollos turísticos. Por otro lado, considerando la definición establecida de una cuenca hidrológica definida en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 publicada en el D.O.F. el día 17 de abril del año 2002, la que indica que "… el territorio donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar…", se entiende que la unidad hidrológica puede ser el humedal con presencia de vegetación de manglar confinado por la fragmentación, toda vez que se formó una unidad autónoma o diferenciada de otras, además de que no desemboca al mar. Ahora bien, las actividades y obras que se pretenden realizar se ubican fuera del área del humedal con presencia de vegetación de manglar, y éste segmento de vegetación no será afectado por ningún tipo de obra o actividad.
4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.
El Proyecto considera como medida de compensación en beneficio de los humedales, la puesta en marcha de un programa de rehabilitación y monitoreo para la comunidad de manglar que se deSA rolla dentro del Proyecto , misma que registra cierta afectación derivada de incendios ocurridos en años pasados; lo anterior será materializado mediante la firma de un convenio de colaboración que será establecido con la CONANP. Previo a su ejecución, el programa será elaborado y compartido con la Comisión para su autorización.

Fuente: Elaboración propia con información recuperada de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

De esta manera, se demuestra fehacientemente que el Proyecto es congruente con lo establecido en esta importante Norma Oficial Mexicana, dando cumplimiento a lo establecido en sus numerales con fundamentes técnicos y legales.

3.1.7.NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta norma tiene por objeto el 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 (DOF, 2010)[36].

Las disposiciones de esta norma son 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 que se establecen en el documento.

La información relacionada a las posibles afectaciones a las poblaciones e individuos de flora y fauna se describen de manera detallada en el Capítulo 5 de la presente MIA-P, mientras que, las medidas de prevención, mitigación y compensación para dichas afectaciones se presentan en el Sistema incluido en el Capítulo 6.

Como se indica en esta MIA, dentro del Sistema Ambiental, así como el Área del Proyecto, se ubican diversas especies de flora y fauna. Para dar cumplimiento a esta Norma Oficial Mexicana, El Promovente realizó un estudio detallado de caracterización de la zona, en la que encontraron las especies listadas en este ordenamiento que se presentan en la Tabla 3. 32 y Tabla 3. 33:

*Tabla 3. 32. Especies de flora con presencia potencial en el Proyecto y SA listadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010. Categoría de riesgo y endemismo: P= en peligro de extinción, A= amenazada, Pr= sujeta a protección especial y * = endémica.*

Familia	Nombre científico	Categoría
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	A
Arecaceae	*Coccothrinax readii**	A
Combretaceae	*Pseudophoenix SA gentii*	A
Meliaceae	*Thrinax radiata*	A
Rhizophoraceae	*Beaucarnea pliabilis**	A
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	A
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	A
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	A

Fuente: Elaboración propia con información de GPPA., S.C. 2023[37].

Tabla 3. 33. Especies de fauna con presencia potencial en el Proyecto y SA listadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010. Categoría de riesgo y endemismo: P= en peligro de extinción, A= amenazada, Pr= sujeta a protección especial.

Nombre científico	Categoría		
	A	P	Pr
Ateles geofroyi		X	
Sceloporus cozumelae			X
Ctenosaura similis	X		
Lithobates brownorum			X
Amazona albifrons			X
Chelonia mydas		X	
Eupsittula nana			X
Leptophis mexicanus	X		
Boa imperator	X		
Buteogallus anthracinus			X
Crocodylus moreletii			X
Meleagris ocellata	X		

Fuente: Elaboración propia con información de GPPA., S.C. 2023[38].

4. Descripción del sistema ambiental regional (SA) y señalamiento de tendencias del Desarrollo y deterioro de la región

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (REIA) señala en su Artículo 13, Fracción IV que en la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional (MIA-P) deberá contener la "*descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del Desarrollo y deterioro de la región*". Además, el Artículo 44, Fracción I de la REIA establece que la secretaría deberá considerar evaluar "*los posibles efectos de las obras o actividades a deSA rollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que lo conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación*".

En cumplimiento a lo anterior, en este capítulo se describe, caracteriza y presenta el diagnóstico del Sistema Ambiental SA) del Proyecto (en adelante denominado el Proyecto). Asimismo, y con fundamento en bases científicas y técnicas, se identifican, describen y analizan los componentes ecológicos presentes a fin de identificar los efectos positivos y negativos que pudiera tener el Desarrollo del Proyecto en la región.

La delimitación del SA se realizó a partir del análisis de las interacciones presentes entre el Proyecto y su medio circundante, de manera que sea posible conocer en qué medida las diferentes actividades y obras consideradas por éste, afectarán los atributos ambientales y, por otro lado, en qué sentido estos últimos pueden tener interacción con las características de la infraestructura y el Desarrollo de las actividades previstas por el Proyecto .

4.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SA) donde pretende establecerse el Proyecto

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)[1], el sistema ambiental se define como:

> *Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un Proyecto , generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará*

un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento (p.6).

Asimismo, la SEMARNAT, señala que para delimitar el sistema ambiental regional (SA): Es fundamental, definir y delimitar la región para poder vincular su extensión (espacio- tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados; asimismo se recomienda analizar el concepto de región a fin que se maneje un criterio común con la autoridad, que permita ponderar la calidad del sistema ambiental donde se pretende ubicar el Proyecto y determinar cómo impactará éste en la integridad funcional del o de los ecosistemas que conforman dicho sistema.

En ese sentido, la SEMARNAT, define la región como: "espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos" (SEMARNAT, 2022, p. 5).

De igual manera establece que el área de influencia es definida como el "espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el Proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental" (SEMARNAT, 2022, p. 3).

Bajo estos contextos, para el establecimiento de los límites del SA , como primer paso, se definió la escala adecuada y objetiva en la que el Proyecto potencialmente podría influir en los componentes ambientales y sociales, considerando como principal elemento los impactos antes mencionados, así como la extensión geográfica donde tendrían lugar dichos impactos.

Posteriormente, esta primera aproximación a la delimitación del SA , fue perfeccionada considerando los siguientes aspectos:

1. Medio abiótico (aspectos ambientales): Región en la que se ubica el Proyecto .
2. Medio biótico (aspectos ambientales y sociales): Componentes y estado ambiental.
3. Medio socioeconómico (aspectos jurídicos): Instrumentos de ordenamiento ecológico y planeación urbana.

4.1.1. Medio abiótico

Un primer acercamiento a la delimitación del SA , fue reconocer la región en la que el Proyecto se ubica (componente abiótico). Las Provincias y Subprovincias Fisiográficas, corresponden a una: "visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la

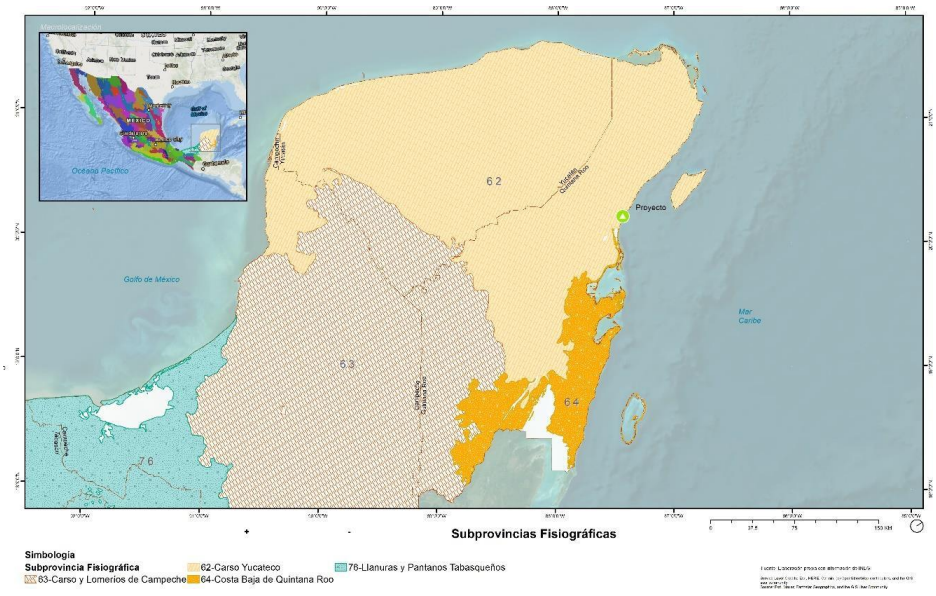
información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas" (INEGI, 2022, s/n)[2].

En ese sentido, las provincias fisiográficas establecen unidades homogéneas (espacios geográficos finitos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de sus componentes. Asimismo, para la delimitación, se consideraron otros aspectos abióticos, como son: La cuenca y subcuencas hidrológicas y las unidades geomorfológicas, estas últimas fueron empleadas para definir las unidades naturales del Proyecto y SA .

Para conocer los elementos topográficos regionales y delimitar el SA , se empleó un modelo digital de elevación del terreno SRTM por sus siglas en inglés (*Shuttle Radar Topography Mission*) de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA por sus siglas en inglés). Por medio de éste también fue posible identificar el sistema de drenaje.

En la parte marina, los elementos abióticos utilizados fueron, la distribución espacial y extensión del relieve submarino y la distribución espacial de las profundidades (batimetría) de los hábitats bentónicos en agua someras del Sistema Arrecifal Mesoamericano mexicano[3].

Mapa 4. 1. Provincia fisiográfica Península de Yucatán y subprovincias fisiográficas que la integran.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

Tabla 4. 1. Especificaciones del modelo digital de elevación del terreno empleado para la delimitación del SA .

Proyección	Geográfico
Referencia horizontal	WGS84
Referencia vertical	EGM96 (Modelo Gravitacional de la Tierra 1996)
Unidades Verticales	Metros
Resolución espacial	1 segundo de arco para cobertura global (~30 metros) 3 segundos de arco para cobertura global (~90 metros)
Tamaño de trama	Azulejos de 1 grado

Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.1.2. Medio biótico

En segunda instancia se analizó el medio biótico, para ello se seleccionó a la vegetación, a través de los usos de suelo y vegetación. Se empelaron para este fin, capas de información geoespacial sobre usos de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), serie VII[4], información que fue verificada mediante el estudio de caracterización ambiental de la vegetación, realizado en marzo de 2023 para el Proyecto y SA . También fueron utilizadas capas de información de la distribución de manglar e inventario forestal, de la Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad (CONABIO)[5] y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)[6], respectivamente. En complemento, para la identificación de los límites por el criterio biótico, se analizó la presencia de afectaciones antrópicas significativas, como lo son los asentamientos urbanos, infraestructura vial y presencia de linderos que interrumpen la continuidad de los ecosistemas. En la parte marina, los elementos bióticos utilizados fueron, la distribución espacial de los hábitats bentónicos, cobertura bentónica, cobertura de los arrecifes de coral y pastizales marinos, en aguas someras del Sistema Arrecifal Mesoamericano mexicano[7].

4.1.3. Medio socioeconómico

El tercer aspecto considerado fue el factor: socioeconómico, en el que se consideraron los instrumentos de ordenamiento ecológico y planeación urbana, como instrumentos reguladores del territorio, los cuales consideran como criterios centrales para su formulación factores sociales (población, comunidad), culturales (sitios arqueológicos), factores abióticos (rasgos geomorfo-edafológicos, hidrográficos, meteorológicos), factores bióticos (vegetación), factores ambientales

(unidades ambientales o ecosistemas), aptitud del territorio para el Desarrollo de actividades, entre otros. Entre los instrumentos considerados destacan: polígono de la Zona Arqueológica de Tulum (delimitada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia), los polígonos de las áreas naturales protegidas federales Tulum, Jaguar y Caribe Mexicano, así como, la delimitación oficial vigente de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) con clave 23009_2021_01 Municipio de Tulum y el límite del municipio de Tulum del marco geoestadístico de INEGI, 2020.

Área de influencia

Para determinar el alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el Desarrollo del Proyecto, se utilizaron las metodologías desarrolladas por los autores Vicente Conesa (1993)[8] y Tarsicio Granizo, et al., (2006)[9], las cuales fueron adaptadas a las particularidades del Proyecto y aplicadas a los impactos ambientales identificados, para los subsistemas bióticos y abióticos.

Dichos autores establecen que el alcance es la extensión geográfica del impacto (presión) en el sitio. Y está directamente relacionada con la superficie afectada.

La calificación para el **alcance (extensión) del impacto** se clasifica en tres categorías:

Bajo (impacto puntual): Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado, por lo que la extensión en la que se manifiesta el efecto del impacto corresponde al espacio físico ocupado por la implantación de la infraestructura asociada al Proyecto .

Medio (impacto parcial): Cuando la acción impactante produce un efecto que supone una incidencia apreciable en el medio, por lo que la extensión en la que se manifiesta el efecto del impacto va más allá del espacio físico ocupado por la infraestructura, pero no más allá de la superficie del Proyecto .

Alto (impacto total): Cuando la acción impactante produce un efecto que se detecta de manera generalizada en todo el entorno considerado, por lo que la extensión en la que se manifiesta el impacto corresponde a la superficie del Proyecto y el SA .

Los resultados de la valoración obtenida (Tabla 4. 2) indican que, el alcance de los impactos se encuentra en el nivel bajo y medio, ya que su extensión es considerada puntual y parcial,

por lo que el efecto de estos no incidirá más allá de la superficie que comprende el Proyecto .

Tabla 4. 2. Valoración del alcance (extensión) por impacto.

Factor	Impacto	Alcance (extensión)
Agua	Alteración de la calidad del agua	Alto
	Aumento en el grado de la presión hídrica	Bajo
	Interrupción en los patrones naturales de escorrentía	Bajo
Atmósfera	Incremento en la concentración de gases de efecto invernadero	Bajo
	Incremento en la concentración de partículas PM 2.5 y PM 10	Bajo
	Incremento en los niveles de ruido actual	Medio
Geomorfología	Modificación al relieve	Bajo
Suelo	Modificación de las características físicas y químicas del suelo	Medio
Fauna	Modificación de la riqueza y abundancia de individuos	Medio
	Perturbación por contaminación lumínica	Medio
Paisaje	Alteración en la calidad visual del paisaje por la modificación de sus componentes naturales	Medio
Vegetación	Disminución de cobertura	Bajo

[8] Conesa, V. (1993). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante & Mundi—prensa.

[9] Granizo, T. et. al. (2006). Manual de Planificación para la conservación de áreas, PCA. Quito: The Nature Conservancy y U.S. Agency for International Development.

Factor	Impacto	Alcance (extensión)
	Modificación de la riqueza y abundancia de individuos	Bajo
Económico	Inducción al aumento del valor del precio de terrenos	Alto
	Incremento en la oferta laboral	Alto
	Incremento en la derrama económica	Alto
	Incremento en el abastecimiento de servicios	Medio
Social	Regulación de uso de la playa	Medio
	Recuperación de áreas degradadas	Medio
	Rehabilitación y uso de infraestructura abandonada	Bajo
	Modificación en la calidad de vida	Bajo

Fuente: Elaboración propia con información de Conesa (1993) y Granizo, et al., (2006).

Cabe señalar que, los impactos identificados consideran medidas de prevención, mitigación o compensación que serán implementadas a través de diversos programas que en su conjunto integran un Sistema de Manejo (SM), que posibilita el control sobre su aparición, diseminación o efecto en el entorno. El SM puede ser consultado a detalle en el capítulo 6 de este documento.

4.1.4. Caracterización del sistema ambiental y análisis retrospectivo de la calidad ambiental

En este apartado se describen y analizan los elementos abióticos, bióticos y sociales que integran el SA , para contar con una visión clara (estado inicial de referencia) de las condiciones que conforman el entorno del área donde se ubicará el Proyecto , de las principales tendencias de Desarrollo, así como de los antecedentes de deterioro de la región, que facilite la evaluación de los impactos ambientales y permita establecer las apropiadas medidas de mitigación.

4.1.4.1. Medio abiótico

La información que a continuación se presenta, describe los diferentes componentes del medio abiótico que van de lo general a lo particular, para la mejor comprensión de la zona de estudio, los aspectos que se abordan se presentan a continuación:

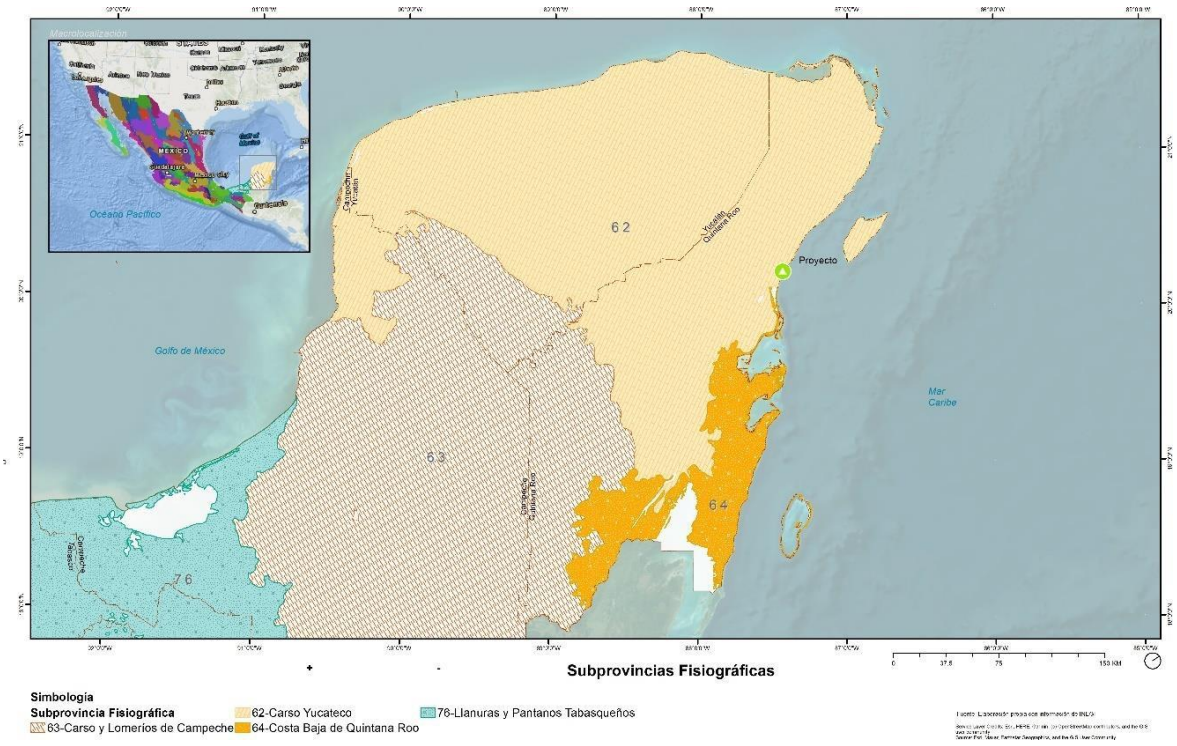
- Fisiografía
- Clima
- Geología y geomorfología
- Litología
- Edafología
- Hidrología e hidrogeología
- Batimetría
- Zona costera
- Medio marino

4.1.4.2. Fisiografía

La península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea encontrándose en un principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo poco a poco unos centímetros cada siglo adquiriendo una forma de relieve plana con escasa elevación y una ligera inclinación de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos llegando a conformar parte de la provincia

fisiográfica llamada Península de Yucatán.

Mapa 4. 14. Subprovincias fisiográfica Península de Yucatán.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

De acuerdo al Estudio Hidrológico (INEGI, 2002)[10], el estado de Quintana Roo queda ubicado en esta provincia, misma que a su vez se divide en tres subprovincias:

- Carso y Lomeríos de Campeche.
- Carso Yucateco.
- Costa Baja de Quintana Roo.

La subprovincia Carso Yucateco, donde se ubica el Proyecto y SA , cubre la mayor extensión de superficie de la entidad. Desde el punto de vista geomorfológico es una losa calcárea, con ligera pendiente hacia el oriente y relieve ondulado; se alternan crestas y depresiones.

Esta subprovincia se distingue por su topografía kárstica, la cual presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (localmente denominadas cenotes) y en algunas de las cuales se asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial, generalmente es una llanura con piso rocoso segmentado y salino con presencia de playas y duna

costera (Pozo, et al., 2011)[11].

4.1.4.3. Geología y geomorfología

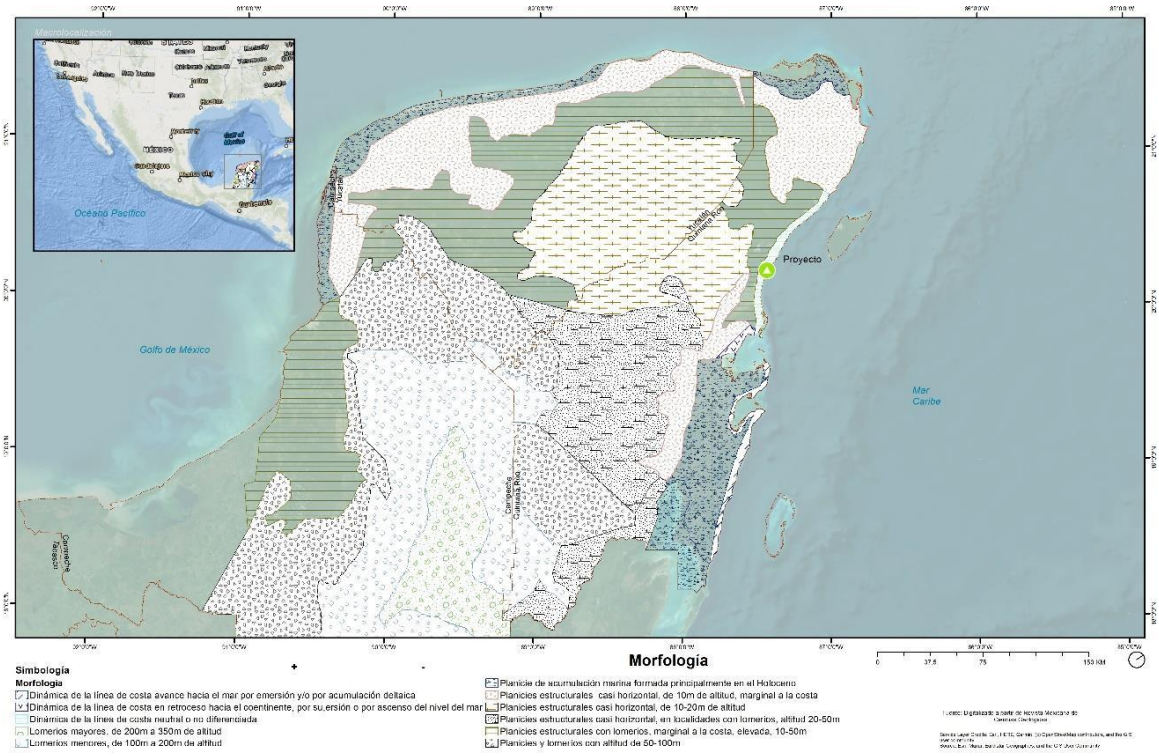
La provincia Plataforma de Yucatán se localiza en el sector sur del Golfo de México, y la parte emergida constituye la península de Yucatán. La plataforma tiene una amplia extensión y ha constituido un elemento tectónicamente estable durante buena parte del Mesozoico y Cenozoico, a partir de la apertura en el Jurásico Medio y formación del Golfo de México.

La plataforma está formada por rocas sedimentarias cretácicas, que presentan una secuencia sub-horizontal de carbonatos y evaporitas. Encontrándose sobre este basamento una acumulación de capa gruesa de sedimentos marinos del Paleozoico Tardío, seguido por sedimentación continental del Jurásico, que a su vez subyacen a un depósito extenso de evaporitas que corresponden a una cuenca carbonatada limitada por arrecifes del Cretácico Temprano (Aguayo, et al., 1980)[12].

La península de Yucatán muestra dos unidades morfológicas principales: La primera se ubica al norte y predominan las planicies y las rocas sedimentarias neogénicas; en el sur, las planicies alternan con lomeríos de hasta 400 m.s.n.m. en rocas sedimentarias oligocénicas (Lugo-Hubp, et al., 1992)[13].

La topografía tiene poco contraste en altitud, con una suave e imperceptible inclinación de sur a norte. Carece de una red fluvial, el escurrimiento es casi totalmente subterráneo, lo que ha dado origen a un gran sistema de formas kársticas en las que se incluyen a los cenotes y sistemas de cuevas.

Mapa 4. 15. Morfología de la península de Yucatán: Unidades Hidrogeológicas.



Fuente: Digitalización a partir de la Revista Mexicana de Ciencias Geológicas.

La morfología del suelo en el estado de Quintana Roo es el resultado de un intenso intemperismo que actúa sobre las rocas calcáreas del Terciario, mismas que debido a la intensa precipitación, al clima y a su posición estructural sufren una intensa disolución ocasionando una superficie rocosa cárstica ligeramente ondulada; en donde el relieve más marcado se encuentra en la parte suroeste del estado, predominando los cerros dómicos, las dolinas y en general el relieve cárstico, con modificaciones causadas por la disolución, alteración de las rocas y por la acumulación en las partes bajas de arcillas de descalcificación. La parte centro, este y norte del litoral, inició su Desarrollo geomorfológico durante el Terciario Superior, con la formación de una planicie calcárea, modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestada por la presencia de rasgos de disolución: dolinas, acumulación de arcillas de descalcificación y los cenotes.

Durante el Cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación reciente de dunas arenosas. De acuerdo con las características morfológicas del estado, la acción climática y sus características están determinadas por su origen geológico.

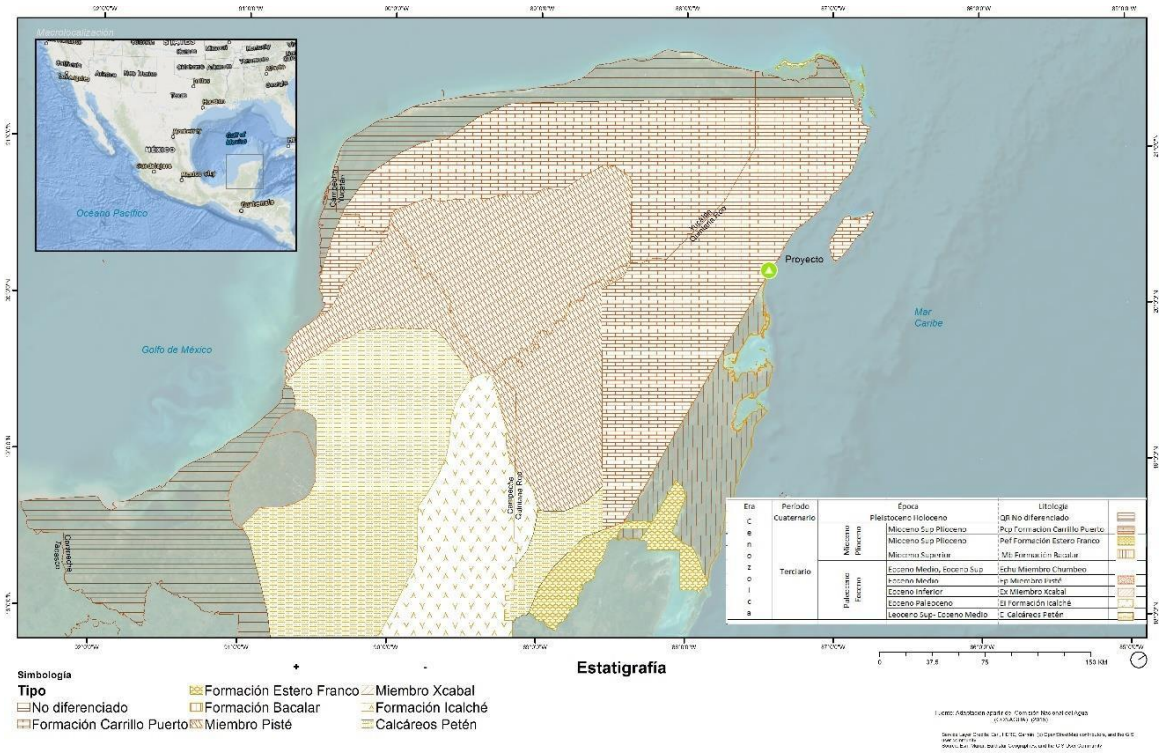
En lo que respecta al municipio de Tulum, donde se ubica el Proyecto y el SA , éste se encuentra

comprendido en dos eras geológicas, Cenozoica Cuaternario y Cenozoica Terciarios. La mayor parte del territorio municipal está formado por rocas sedimentarias del tipo caliza-coquina de edad Mioceno-Plioceno. En la franja litoral se presentan zonas formadas por areniscas del Pleistoceno, así como rocas recientes de origen litoral y lagunar del Holoceno.

4.1.4.4. Litología

Desde el punto de vista estratigráfico, en la península de Yucatán, se presenta una columna que varía desde el Paleoceno hasta el Cuaternario. Esta columna incluye, en orden ascendente, las formaciones Chichén Itzá e Icaiche del Paleoceno-Eoceno; las formaciones Bacalar; Estero Franco y Carrillo Puerto del Mioceno Superior, Plioceno y las calizas con moluscos del Pleistoceno-Holoceno (INEGI, 1990)[14].

Mapa 4. 17. Carta estratigráfica de la península de Yucatán.



Fuente: Adaptación a partir de CONAGUA, 2015.

La unidad estratigráfica que corresponde al período terciario, que se observa en el Proyecto y el SA , se encuentra identificada dentro de la Formación Carrillo Puerto, en la que los niveles inferiores corresponden a coquinas de más o menos un metro de espesor, cubiertas por calizas duras. La alteración de estas calizas por el intemperismo origina arcillas lateríticas. Los niveles superiores

están representados por calizas blancas duras y masivas. Los echados observados son débiles o nulos, con orientación NNE. Estas rocas mantienen una alta permeabilidad y porosidad, ya que se encuentran fracturas y contienen abundantes oquedades de disolución (UQROO, 2004)[15].

4.1.4.5. Edafología

En Quintana Roo existen doce de los treinta grupos de suelos principales, reconocidos por la Base Referencial Mundial para el Recursos del Suelo (WRB, 2000). Cuatro grupos abarcan el 85.5% de la superficie estatal: Leptosol, Vertisol gléyico, Phaeozem y Luvisol crómico (Pozo, et al., 2011).

En el municipio de Tulum existen 6 tipos de suelos, siendo predominante el Leptosol (Litosol), estando presente en el 85% de la superficie del municipio. Las otras unidades edáficas que se registran son: Gleysol, Luvisol, Regosol, Rendzina y Solonchak (INIFAP, CONABIO, 1995)21.

De acuerdo con la clasificación de la WRB el tipo de suelo presente en el Proyecto y SA es el Leptosol (Litosol) (FAO – Unesco, 1976[22]; INEGI, 2014[23], IUSS Working Group WRB, 2015)[24]. Los Leptosoles son los suelos más abundantes en México. Se caracterizan por ser suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: Litosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO– UNESCO, 1976); subgrupos Lítico del orden Entisol (Estados Unidos de Norteamérica); Leptic Rudosols y Tenosols (Australia); y Petrozems y Litozems (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las Rendzinas, y aquellos sobre otras rocas, a los Rankers. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

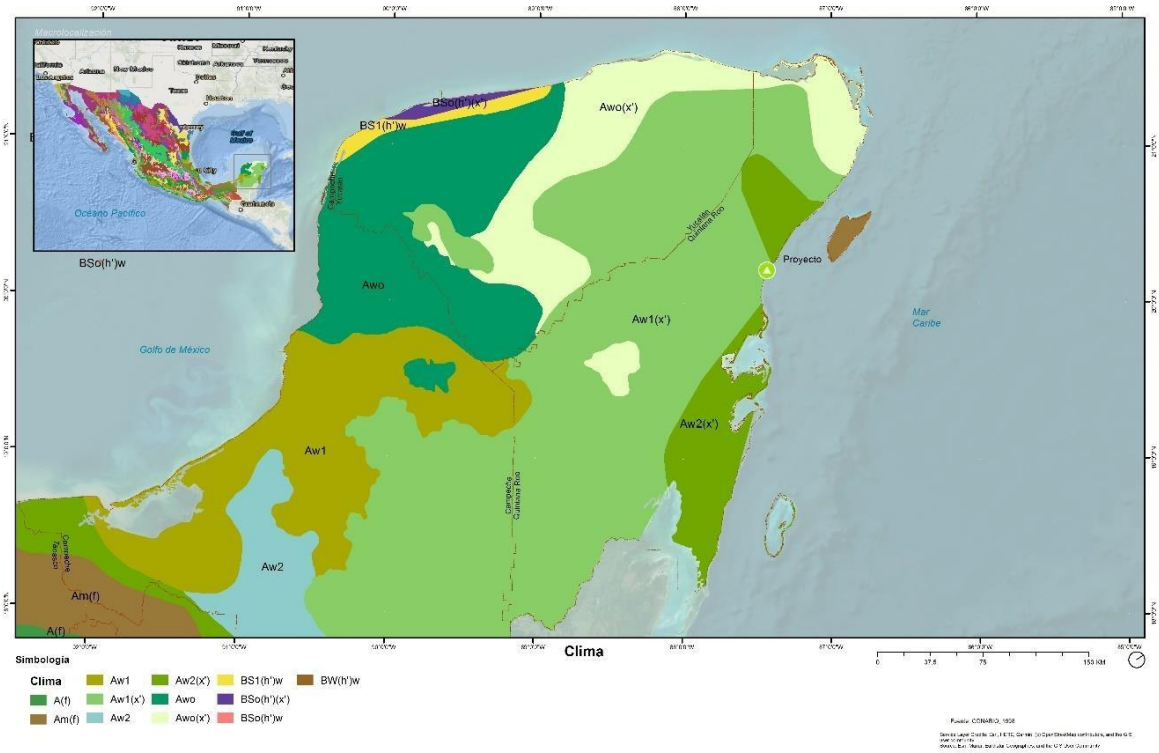
4.1.4.6. Clima

El clima es un componente ambiental determinante en la adaptación, distribución y productividad de los seres vivos (FAO, 1981; Critchfield, 1983, citados por Serrano- Altamirano, et al., 2007)[27]. Para evaluar las disponibilidades o limitantes climáticas de una región es imprescindible caracterizar cuantitativamente el comportamiento de los diversos elementos del clima, los elementos más utilizados son la temperatura (principalmente la media) y la precipitación. El resultado del tratamiento estadístico de ambas variables ha sido las clasificaciones climáticas (Orellana, 2009)[28].

Para la península de Yucatán, la distribución de los climas está regida principalmente por las

interacciones de los factores climáticos que inciden sobre la región. Por su localización dominan durante todo el año los vientos alisos, predominando la dirección este-sureste. Durante el verano y parte del otoño invaden la región los ciclones tropicales que se forman en los mares Caribe y de las Antillas. Existe una temporada lluviosa bien definida que abarca de mayo a octubre, con lluvias regulares del tipo de aguacero, con precipitación abundante (mayor de 60 mm mensuales), con excepción de la franja litoral del Golfo de México la cual recibe lluvia moderada. La temperatura media anual es, en promedio, de 26°C, la variación espacial en la Península es poco marcada y no hay diferencias mayores de 1°C. Los climas predominantes son los subhúmedos con régimen de lluvias de verano Aw y con régimen intermedio Ax'(w), excepto a lo largo de una angosta franja del litoral del norte de Yucatán en donde son secos BS0 y BS1 (Vidal, 2005)[29].

Mapa 4. 30. Climas de la península de Yucatán.



- **Tipo de clima**

El clima del municipio de Tulum corresponde al grupo denominado A, del tipo w(x'), que es cálido subhúmedo con lluvias en verano, y sequía en invierno, porciento de lluvia invernal mayor de 10.2. Una característica distintiva de este grupo climático es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18°C. Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente de

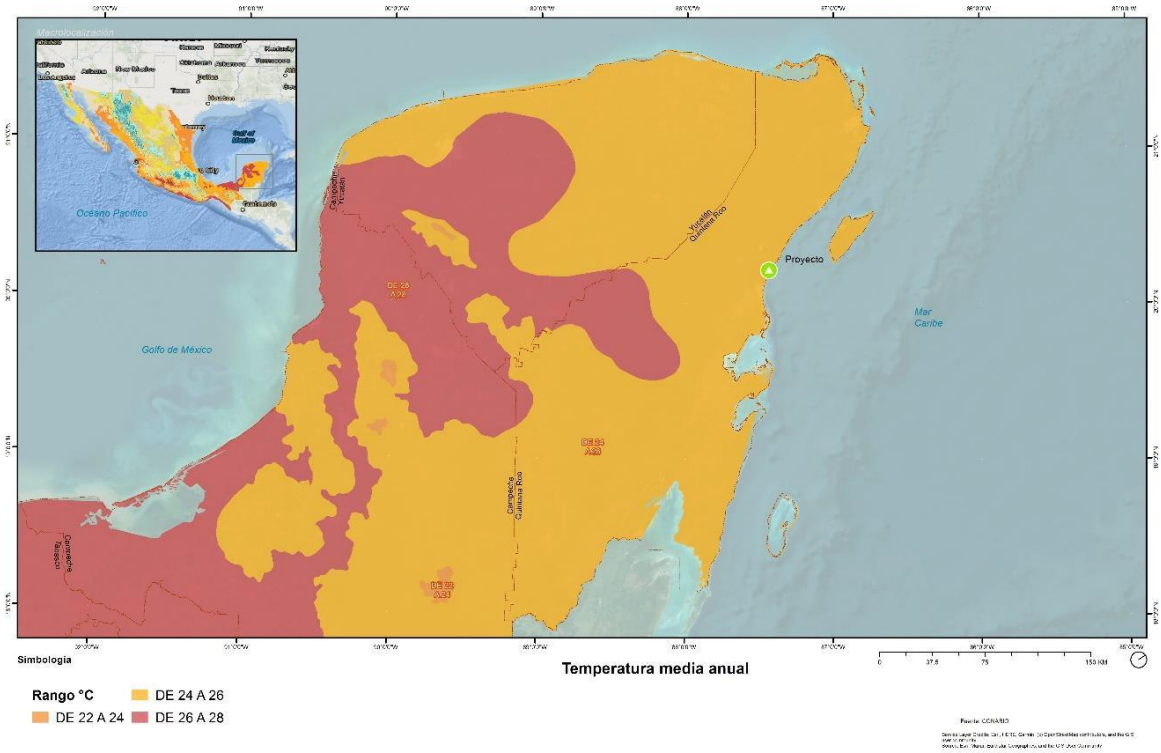
precipitación/ temperatura es mayor que 55.3, los valores medios de humedad relativa se encuentran en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente.

Particularmente, en el área del Proyecto y SA se presenta el subtipo climático Aw1(x') y Aw2(x'), que son climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano (INEGI, 2008)[30].

- **Temperatura y precipitación**

El Proyecto , SA y la mayor parte de la Península de Yucatán se ubican en la isoterma de 26°C con respecto a la temperatura media anual (García – CONABIO, 1998)[31]. La oscilación diaria entre temperaturas máximas y mínimas es de algunos grados durante casi todos los meses del año.

Mapa 4. 32. Isoterma media anual registrada en el SA.



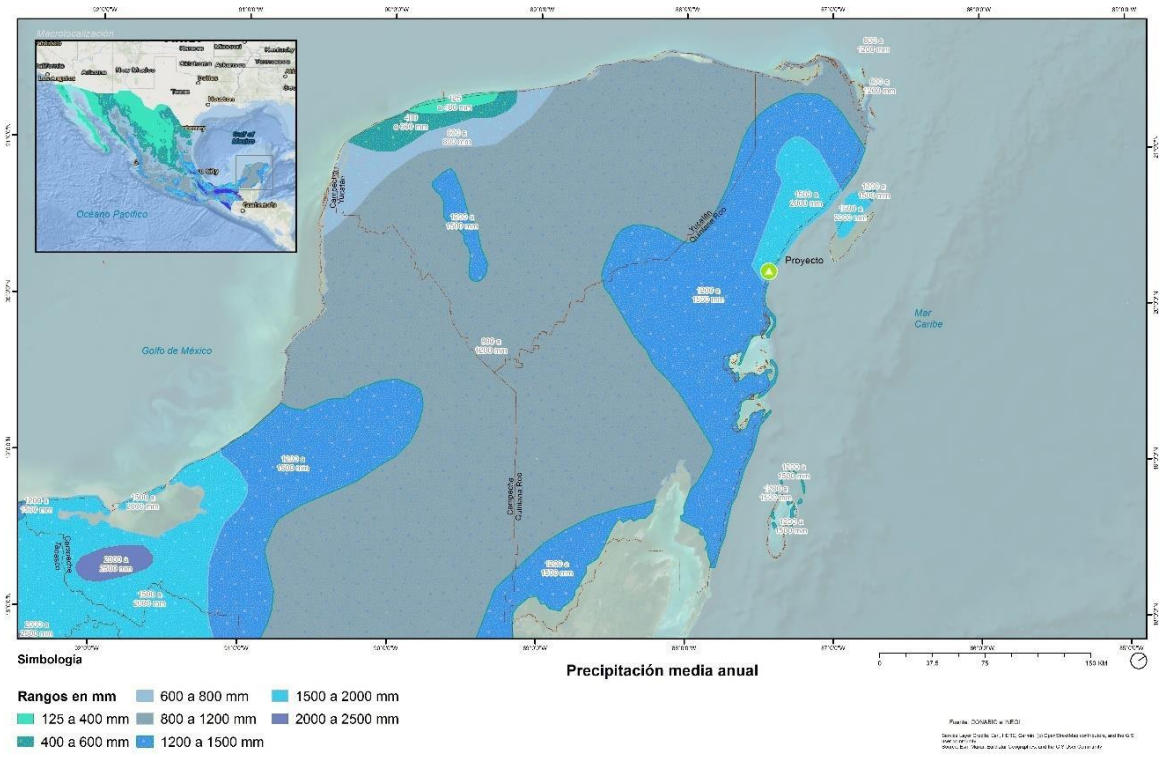
Fuente: Elaboración propia con información de CONABIO, 2023.

Las temperaturas registradas para el Proyecto y SA , tomando como referencia los datos de la estación meteorológica 23025 de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), ubicada en Tulum, con relación a los promedios mensuales de temperatura en un período de 29 años (1981 – 2010), indican que la temperatura máxima mensual fue de 37.9°C y la mínima mensual fue de 11.3°C (Tabla 4. 3).

La península de Yucatán tiene rangos de precipitación que oscilan entre los 600ª los más de 1500mm

por año. El Proyecto y SA , se ubican en la isoyeta de los 1500 mm de precipitación media anual (INEGI, 2006)[32]. De acuerdo con las cartas del INEGI (Mapa digital de México), tiene un rango de escurrimiento de 0 a 5%.

Mapa 4. 34. Precipitación media anual registrada en el SA .



Con respecto a la precipitación pluvial, la estación meteorológica 23025 indica, para el periodo comprendido entre 1981 – 2010, una precipitación anual de 1,122 mm. La precipitación máxima mensual fue registrada en 611.5 mm y la máxima diaria en 200.0 mm (Tabla 4. 4).

Tabla 4. 4. Datos históricos (1981 -2010) de la precipitación registrada para el SA .

Mes	Normal	Máxima mensual	Máxima diaria
Enero	63.1	180.0	120.5
Febrero	45.0	249.3	100.0
Marzo	30.4	92.6	54.8
Abril	37.7	116.4	70.0
Mayo	105.2	380.0	198.0
Junio	151.3	410.8	150.0
Julio	111.3	417.1	164.5

Agosto	94.8	217.5	116.5
Septiembre	160.7	411.0	200.0
Octubre	180.6	611.5	185.5
Noviembre	84.8	260.2	80.0
Diciembre	57.1	172.4	94.1

Fuente: Estación meteorológica 23025, CONAGUA.

En la Gráfica 4. 1 se muestra el comportamiento de la temperatura y la precipitación media mensual en el Proyecto y SA a través un diagrama ombrotérmico. En la gráfica se observa que la temperatura presenta un comportamiento ascendente en el primer semestre del año y decreciente para el segundo semestre. En cuanto a la precipitación, se observa que ésta cuenta con variaciones estacionales a lo largo del año. Marzo y abril son los meses que registran la menor precipitación y septiembre y octubre la mayor precipitación.

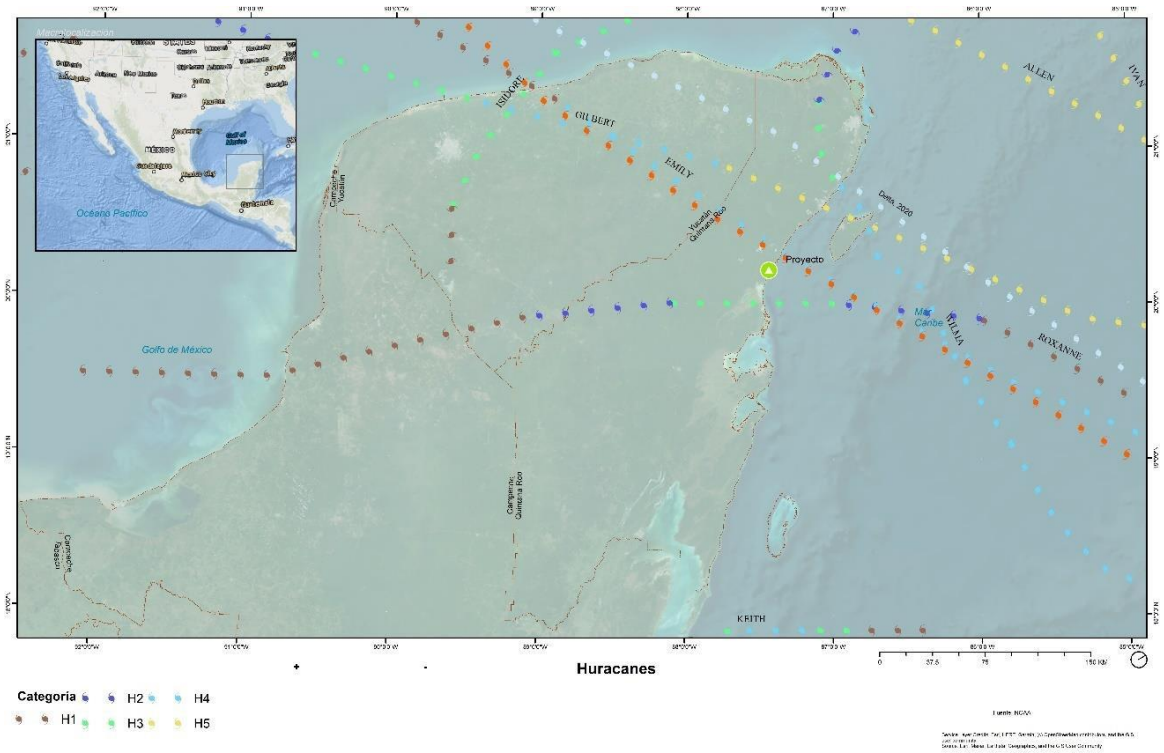
- **Huracanes**

Las costas de Quintana Roo presentan un alto grado de incidencia de fenómenos meteorológicos de distintos tipos e intensidades. Debido a su ubicación geográfica esta zona es la de mayor concurrencia de huracanes del país. La temporada de estos eventos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico.

De acuerdo a cálculos realizados con información local, la frecuencia de incidencia de estos meteoros es de 0.62 depresiones por año, utilizando datos del período comprendido entre 1960 a 1988 (Merino y Otero, 1991)[34]. Cabe señalar que, en los últimos 25 años, las costas de Quintana Roo, principalmente la zona norte y centro del estado, han sido tocadas por más de 30 huracanes.

Los huracanes más recientes que tuvieron un impacto de mayor magnitud en el municipio de Tulum fueron el Stan y Wilma (octubre de 2005), que cauSA on daños severos a la localidad (Gobierno Municipal de Solidaridad, Q.R., 2007)[35]. La trayectoria de los principales huracanes que han incidido en el Proyecto Mapa 4. 35.

Mapa 4. 35. Trayectoria de los principales huracanes que han pasado por el SA .



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la siguiente Tabla 4. 5 se presentan los datos históricos de fenómenos naturales (ciclones/huracanes) que han tocado las costas de Quintana Roo.

Tabla 4. 5. Datos históricos de fenómenos naturales (ciclones/huracanes) que han tocado las costas de Quintana Roo.

Año	Nombre	Lugar de entrada	Etapa y Categoría	Vientos máx. (km/hora)
1988	Gilberto	Cozumel, Cancún, Playa del Carmen y Tizimín	Categoría 5	295
1995	Roxanne	Tulum	Categoría 3	185
1996	Dolly	Felipe C. Puerto	Categoría 1	125
2000	Keith	La Unión	Categoría 1	140
	Emily	Cozumel y Playa del Carmen	Categoría 5	269
2005	Wilma	Cozumel y Puerto Morelos	Categoría 5	324
	Dean	Mahahual	Categoría 5	270

2007	Arthur	Suroeste de Chetumal	Categoría 2	160
2008	Dolly	Cozumel y Cancún	Categoría 2	160
2010	Karl	Norte de Calderitas	Categoría 3	195
2011	Rina	Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Isla Mujeres y Benito Juárez	Categoría 2	174
Año	**Nombre**	**Lugar de entrada**	**Etapa y Categoría**	**Vientos máx. (km/hora)**
2012	Ernesto	Othón P. Blanco y Bacalar	Categoría 1	140
2016	Earl	Othón P. Blanco	Categoría 1	120
2017	Harvey	Felipe Carrillo, Othón P. Blanco, Tulum, José M. Morelos	Categoría 4	213
2017	Nate	Cozumel, Benito Juárez, Puerto Morelos, Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Categoría 1	148
2017	Franklin	Pulticub	Categoría 1	140
2020	Gamma	Tulum	Categoría 1	120
2020	Delta	Puerto Morelos	Categoría 4	220
2020	Zeta	Tulum	Categoría 3	185
2021	Grace	Cozumel	Categoría 1	205

Fuente: Elaboración propia con información del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Recuperado de: https://qroo.gob.mx/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal/.

Tormentas tropicales

Estos fenómenos son similares en temporada, estructura y comportamiento a los huracanes,

sólo que no desarrollan velocidades de viento tan altas.

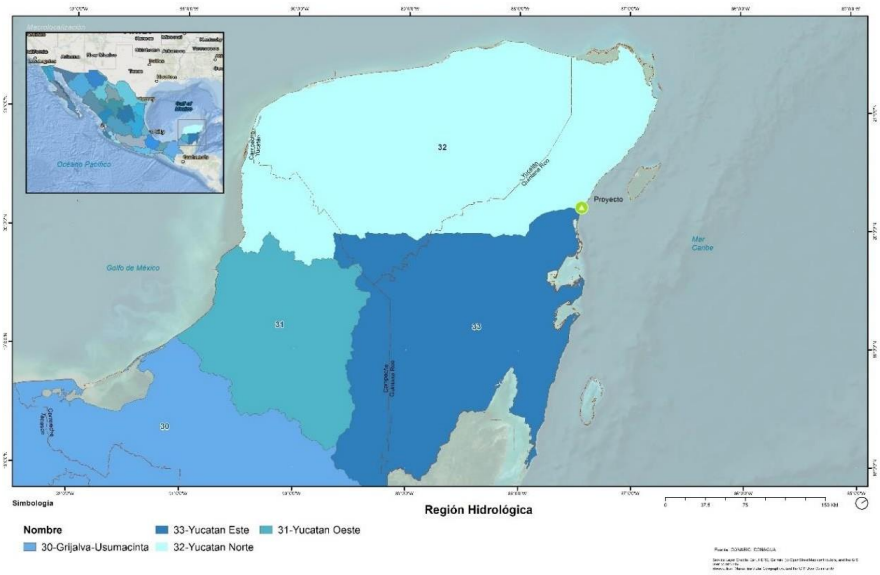
Nortes

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/h, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero y, eventualmente hasta marzo. Se considera que los Nortes son uno de los principales factores que contribuyen al proceso de erosión de las playas en el estado.

- .**Hidrología**

De acuerdo a las regiones hidrológicas administrativas establecidas para México, el Proyecto y SA se ubican dentro de la región XII Península de Yucatán (RHA XII PY), región hidrológica 32 – Yucatán Norte y la región hidrológica 33 – Yucatán Este. Estas regiones hidrológicas abarcan además del estado de Quintana Roo parte de Yucatán y Campeche[40].

Mapa 4. 53. Regiones hidrológicas que componen la Región XII Península de Yucatán.



Fuente: CONAGUA (s/f).

Aguas superficiales y subterráneas

De acuerdo a la CONAGUA, la conformación de la RHA XII PY es diferente al resto del país; en ella figuran sólo algunos escurrimientos superficiales de importancia y no se registran grandes

elevaciones de terreno. La capacidad de infiltración del suelo, en la mayoría de este territorio es muy alta, aunado a la alta precipitación pluvial y a la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea que, al volver al mar, rompe brecha en el subsuelo, formando cavidades y aguadas interiores conocidas como cenotes.

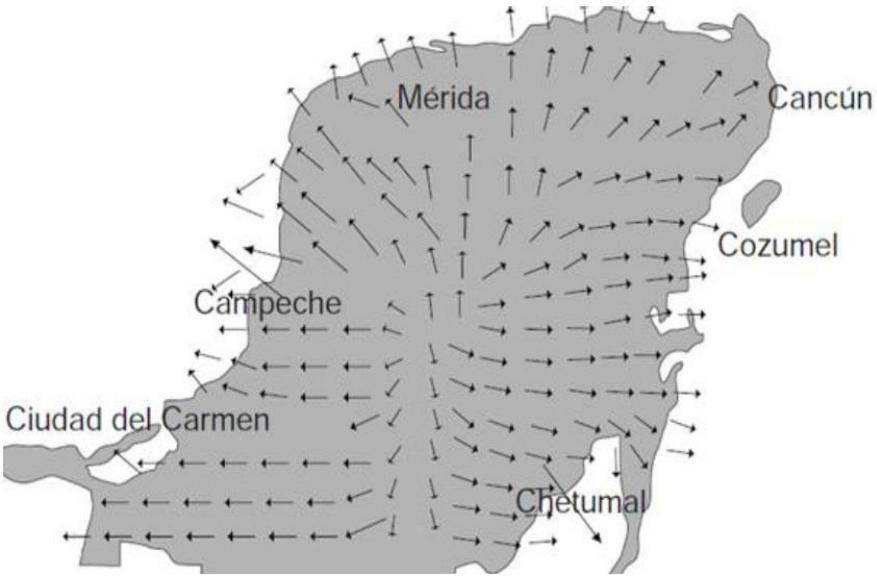
En la región hidrológica 33 – Yucatán Este, se encuentran el río Escondido y el Hondo. En la región hidrológica 32 – Yucatán Norte, no se registran corrientes superficiales.

La naturaleza cárstica de la península de Yucatán determina que sus características hidrológicas más notables sean la existencia de un manto hídrico subterráneo presente en toda su extensión y la presencia de una capa de agua salina que se extiende en forma de cuña por debajo de la capa de agua dulce.

El agua precipitada se infiltra al subsuelo formando grandes volúmenes que se desplazan a velocidades mínimas. Estas aguas subterráneas fluyen radialmente de las zonas de mayor precipitación, ubicadas al sur de Xpujil, hacia las costas dispersándose hacia el noroeste, noreste y norte donde se realiza la descarga natural del acuífero,

> alimentando a los esteros y lagunas costeras y arrastrando las sustancias que se adicionan al flujo en su recorrido.

Ilustración 4. 1. Flujo del agua subterránea.



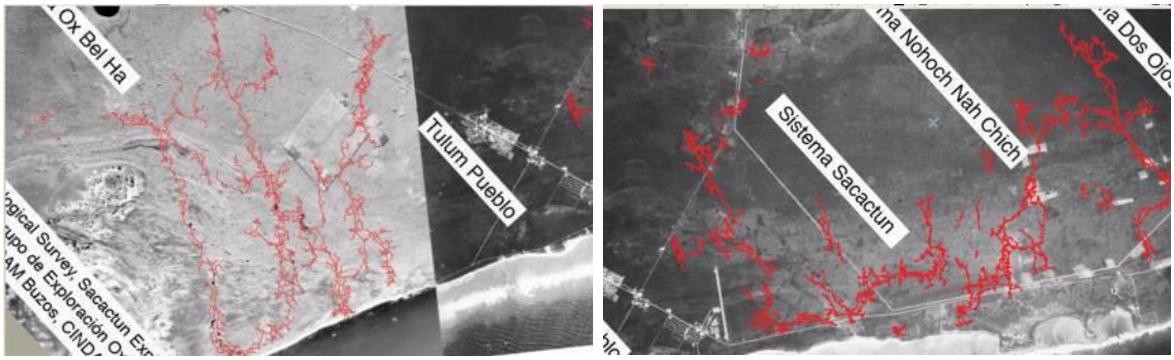
Fuente: CONAGUA, OCPY, Dirección Técnica.

Se considera que, por sus características de gran fracturamiento y abundancia de oquedades, su alta conductividad hidráulica, lo poco espeso de sus suelos y de la zona no saturada, el acuífero de la península de Yucatán es altamente vulnerable a la contaminación, debido a la rapidez con la que el agente externo accede al acuífero.

- **Ríos subterráneos**

Especial atención merece el acuífero en la zona donde se localiza el Proyecto y el SA , donde los procesos geo-químicos han formado conductos de disolución para conformar los denominados "ríos subterráneos" que dan origen a cavernas y domos subterráneos; las cuales atraviesan principalmente en su parte sur y norte al municipio de Tulum, cuya formación originada por la acción geoquímica del agua con el contacto de los carbonatos y bicarbonatos del subsuelo, hace que sean la parte más susceptible a contaminación, por lo que se tienen que aplicar medidas que permitan conservar sus condiciones naturales, ya que tienen un extraordinario valor ambiental por sus especiales configuraciones de cenotes y corrientes subterráneas y por su gran belleza como sitios de turismo ecológico especialmente para el buceo. Las investigaciones en curso han apuntado a señalar que el sistema de ríos subterráneos de esta región podría ser uno de los más largos del mundo. Actualmente se tienen detectados dos subsistemas que cruzan por las cercanías de la localidad: Ox-belha en la parte norte y Sac-Actun en la parte sur (Gobierno Municipal de Solidaridad, Q.R. 2007).

Ilustración 4. 2. Sistema de ríos subterráneos Sac Actun y Sac Ox Belha.



Subsistema sur Subsistema norte

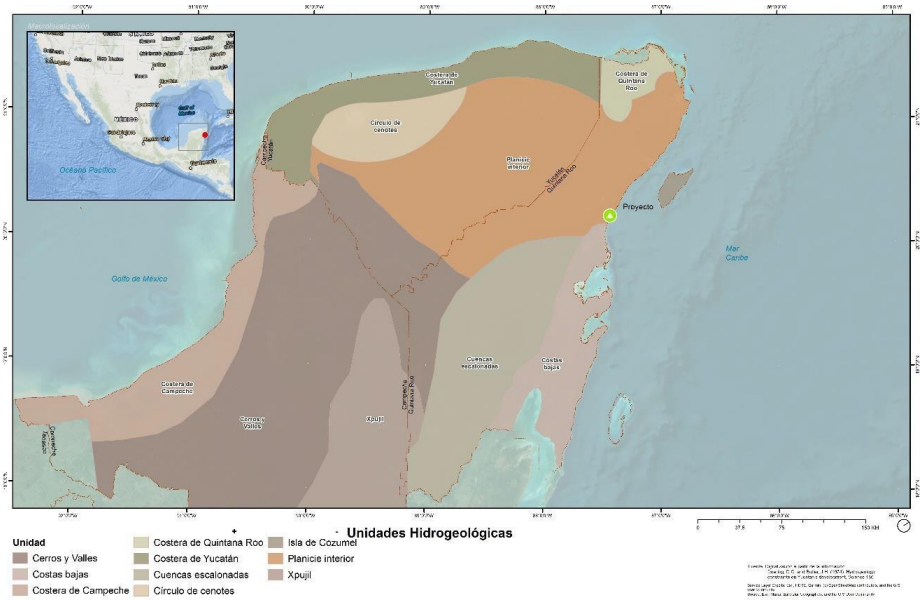
Fuente: Gobierno Municipal de Solidaridad, Q.R. 2007.

4.1.5. Hidrogeología

Se considera a la península de Yucatán como una unidad regional denominada Acuífero Península de Yucatán, conformada por trece unidades hidrogeológicas, tres ubicadas en Campeche, cuatro en Yucatán y seis en Quintana Roo: Cerros y Valles, Cuencas Escalonadas, Costas Bajas, Costera e Isla de Cozumel y Planicie Interior.

Mapa 4. 58. Ubicación de las unidades hidrogeológicas de la península de Yucatán.

Fuente: Digitalización a partir de la información de Doering, D.O. and Bulter, J.H., 1974.



El Proyecto y SA se encuentra dentro de la región hidrogeológica denominada Planicie Interior, conformada por rocas calizas de origen marino pertenecientes al Terciario de la Formación Carrillo Puerto. Las calizas presentan gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad, por lo que constituye un buen acuífero. El funcionamiento hidrogeológico se caracteriza por un flujo subterráneo radial, desde la zona interior continental hacia la zona de borde (Doering y Butler, 1974)[46]. Las entradas al acuífero se realizan por precipitación directa y aportes subterráneos desde otras cuencas. Las salidas tienen lugar por evapotranspiración en su mayoría y descargas al mar. El nivel freático se mantiene prácticamente constante durante todo el año, por lo que la variación en el almacenamiento resulta imperceptible, estando en equilibrio las entradas y las salidas.

4.1.6. Zona costera

La dinámica de la costa de Tulum (área donde se localiza el Proyecto y SA), se encuentra influenciada por el lento y progresivo levantamiento de carácter neotectónico que experimenta la plataforma

continental y por el Desarrollo de la barrera arrecifal, en la superficie marina. Se distinguen dos grandes tipos de costas, los sectores abrasivos, donde se deSA rollan terrazas rocosas, con acantilados activos y los sectores acumulativos, con predominio de los sistemas playa-dunas.

La línea costera es muy dinámica, lo que se aprecia sobre todo en los intensos procesos de transportación y deposición de las arenas, que se manifiestan en ciclos estacionales y anuales. A la dinámica vinculada al oleaje y las corrientes litorales, se incorporan los procesos asociados al efecto eólicos, que en los periodos invernales suelen ser muy influyentes en los traslados de arenas en la dirección transversal a la línea costera. Un poderoso factor de toda la dinámica costera, son las tormentas tropicales y huracanes, que son capaces de transformar en días y horas la morfología de la costa, establecida durante meses y años.

En sentido general, las playas de Tulum se distinguen por sus arenas finas y finas medias, una pendiente costera muy suave, casi aplanada, y la notable amplitud de la franja arenosa. Se aprecia un predominio de los procesos de acumulación arenoso sólo con tramos más aislados de predominio erosivo, relacionado con la influencia protectora de la barrera arrecifal[47].

Erosión costera

Tal y como es señalado en la Propuesta de Programa de Adaptación ante la Variabilidad Climática y el Cambio Climático del Sector Turismo en la Riviera Maya: Tulum, Quintana Roo, una de las zonas más dinámicas dentro del litoral son las playas, donde existe un continuo intercambio de sedimentos debido al transporte litoral y al aporte continental y/o marino.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, para el área del Proyecto y SA , no se identifican áreas o puntos críticos de erosión costera, sin embargo, los resultados que formaron parte de la Propuesta de Programa de Adaptación previamente señalada, en donde se tomaron como referencia tres sitios representativos, indican que la Riviera Maya, muestra una tasa de erosión promedio de 1.22 m/año, mostrando un predominio de los procesos erosivos sobre los de acumulación.

Para observar la dinámica litoral que la zona costera ha experimentado con el paso de los años, se realizó un análisis retrospectivo de la evolución que la línea de costa ha presentado en un periodo comprendido de 20 años, tomando como referencia los años 2003, 2013 y 2023, a partir de imágenes satelitales obtenidas de Google Earth (Mapa 4. 59).

4.1.7. Medio biótico

En los siguientes apartados se describen los aspectos bióticos que interactúan en la zona del Proyecto y SA . En primera instancia la información que será presentada corresponde con los antecedentes del área, de acuerdo a la información documental disponible y obtenida de diversas fuentes como ordenamientos ecológicos territoriales, estudios previos justificativos y programas de manejo de áreas naturales protegidas y páginas de internet oficiales de instituciones como la CONABIO, INEGI, Proyecto s autorizados en materia de impacto ambiental, entre otras. Posteriormente, se presenta los resultados principales de los estudios de caracterización ambiental de la vegetación y fauna, realizados entre el 13 y el 17 de marzo (Anexo 4.1 y Anexo 4.2), cuya información constituye los datos de línea base ambiental para la presentación de la manifestación de impacto ambiental y que servirán como información de referencia para la evaluación en el tiempo de la condiciones bióticas, mismas que se valorarán a través del Programa de Conocimiento, Subprograma de Monitoreo Ambiental, incluido en el capítulo 6.

4.1.7.1. Medio terrestre

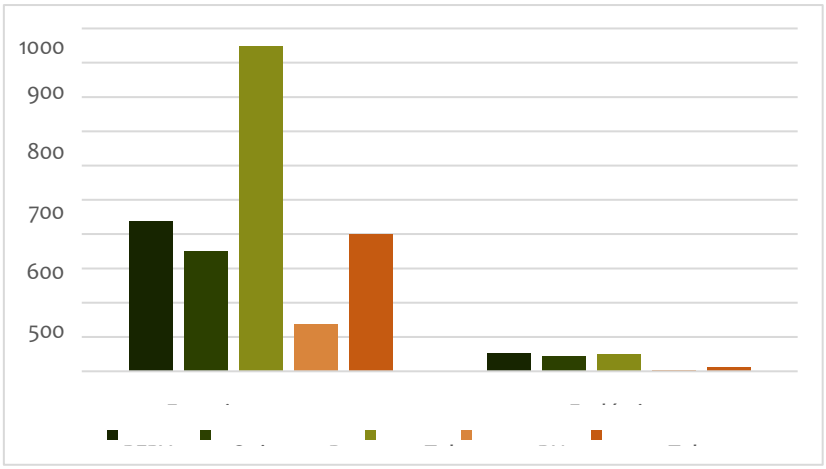
El SA del Proyecto se localiza dentro de la provincia florística Península de Yucatán (PFPY). La vegetación consiste primordialmente de bosque tropicales caducifolias, subcaducifolias y perennifolios[52]. De acuerdo con Ibarra, et al. (1995)[53], para esta provincia se registra un total de 437 especies, de las cuales 12.3% son endémicas. De los estados que conforman esta provincia, Quintana Roo registra 351 especies, de las cuales 45 corresponden a especies endémicas de la península de Yucatán. Es preciso señalar que, actualmente la CONABIO, a través de la plataforma Enciclovida registra para el estado 2539 especies, siendo 169 endémicas.

Flores y Espejel (1994)[54], mencionan que el estado de Quintana Roo posee ocho tipos de vegetación, todos ellos de carácter tropical, como son: Selva alta subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja subperennifolia, vegetación de dunas costeras, manglar, palmar, tular y vegetación secundaria. Además, como vegetación inducida se encuentran el pastizal cultivado y agricultura de temporal.

A nivel municipal, Tulum registra seis tipos de vegetación que, de acuerdo a su extensión corresponden con selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, manglar, sabana y vegetación de duna costera[55]. El registro de

especies asciende a 947, de las cuales 51 son consideradas endémicas[56].

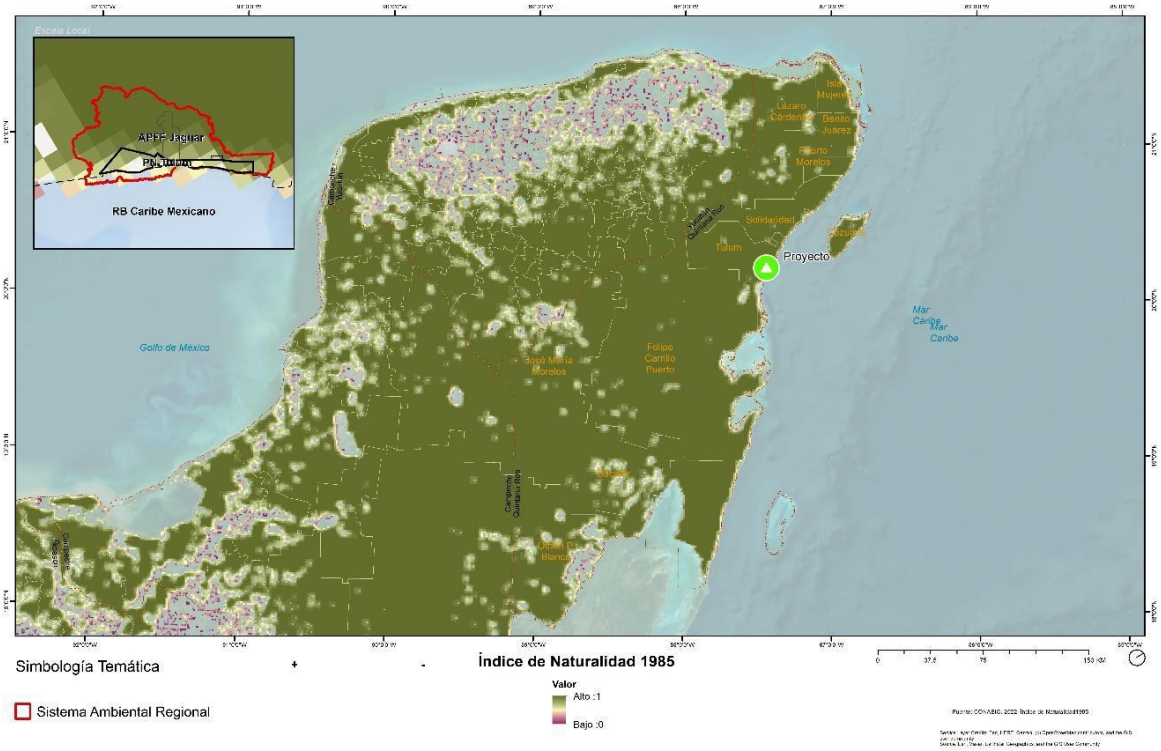
En lo que respecta a la situación de las especies, la PFPY registra 49 especies con alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010[57], Quintana Roo 44 especies y Tulum 16 especies.



Gráfica 4. 2.Registro por demarcación del número de especies de flora endémicas y en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mapa 4. 68. Índice de naturalidad.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del portal de geoinformación de la CONABIO[62].



Considerando la información representada en el Mapa 4. 68, se puede observar que el SA del

Proyecto presenta un índice de naturalidad medio en la parte costera y zona urbanizada y principalmente alto en el resto de su superficie.

Destaca el hecho de que el Proyecto y SA , se localiza muy cercanos a lo que se ha caracterizado como "corredores biológicos y áreas prioritarias para la protección del jaguar" (Ceballos, et. al, 2018)[63]. Lo anterior se corrobora con la identificación de esta especie en uno de los Proyecto s autorizados en materia de impacto ambiental con interacción directa con el SA . De acuerdo con datos de CENJAGUAR[64], en el norte de la Península, se estima una densidad de 2.6 a 6.5 individuos de jaguar por cada 100 km^2. Por lo tanto, es de vital interés considerar estrategias de preservación y monitoreo de este félido dentro y fuera del Proyecto .

4.1.8. Medio marino

Considerando la distribución espacial de los hábitats bentónicos en aguas someras del Sistema Arrecifal Mesoamericano mexicano, resultado del Proyecto ArrecifesSAM, coordinado por la CONABIO, producto de la clasificación e interpretación de imágenes satelitales *World View-2* e información colectada *in situ*, en el SA para su parte marina son reconocidos los siguientes tipos de ambientes:

- Sedimentos en piso lagunar sobre primer nivel de terraza.
- Macroalgas en piso lagunar sobre primer nivel de terraza.
- Tocones y pedacería de coral en piso lagunar sobre primer nivel de terraza.
- Estructura coralina en piso lagunar sobre primer nivel de terraza.

Mapa 4. 69. Hábitats bentónicos registrados en la superficie marina del SA del Proyecto .

El SA del Proyecto, se ubica en la subregión "Norte de Quintana Roo", de acuerdo con la subregionalización *establecida* en el estudio de evaluación rápida de arrecifes a lo largo del arrecife mesoamericano realizado en 2006 por *The Nature Conservancy* y *World Wildlife Fund*. En su momento, este estudio proporcionó un panorama representativo de la salud de los arrecifes en toda la región y constituyó la base para que *Health Reefs for healthy people* deSA rollará un índice para dar seguimiento, a través de los años, de la salud de los arrecifes. Este índice, denominado RHI, para su evaluación, considera como indicadores la cobertura del coral, cobertura de macroalgas carnosas, abundancia de peces herbívoros y peces comercial. De acuerdo a lo antes señalado, en el siguiente

Mapa 4. 70, se muestra la valoración establecida para la subregión Norte de Quintana, Roo para el

2006 y la *comparativa* con respecto del 2022.

4.1.9. Vegetación

Con el objetivo de evaluar la estructura de la comunidad vegetal, así como la condición actual de los ecosistemas, poblaciones e individuos que integran el sistema, se realizó durante los días 13 al 17 de marzo del 2023, la caracterización ambiental de la vegetación del Proyecto y SA , *periodo* correspondiente a la época de transición entre estaciones, con presencia de lluvias asociada a los frentes fríos en la región y primeras lluvias de primavera, en donde la vegetación en general presenta follaje abundante y disponibilidad de frutos, facilitando la identificación de especieS

Foto 4. 1. Registro fotográfico de toma de datos.







Fuente: GPPA. S. C., 2023.

Resultados

4.1.10. Tipos de vegetación

Con la información recabada durante la caracterización de la vegetación y tomando como base la información cartográfica de usos de suelo y vegetación Serie VII del INEGI, distribución de los manglares en México de la CONABIO, INFyS de la CONAFOR, así como el análisis de fotografía satelital de Google Earth, ortomosaico y levantamiento topográfico del área, estos dos últimos realizados en 2023 y 2022, respectivamente, se generó el mapa de usos de suelo y vegetación.

En el SA del Proyecto se reconocen 10 usos de suelo y 11 tipos de vegetación (Tabla 4. 12 y Mapa 4. 72).

Tabla 4. 12. Distribución de los usos de suelo y vegetación[70].

Usos de suelo y vegetación	SA		Proyecto [71]	
	ha	%	ha	%
Área sin vegetación	101.16	2.35	9.01	0.21
Área urbana	841.32	19.55	0.00	0.00
Cenote	5.06	0.12	0.08	0.00
Cuerpo de agua	300.39	6.98	2.25	0.05
Formaciones kársticas	2.51	0.06	2.51	0.06
Infraestructura	158.82	3.69	71.53	1.66
Manglar	226.25	5.26	185.11	4.30
Manglar mixto	61.37	1.43	61.37	1.43

Matorral costero	12.66	0.29	12.59	0.29
Playa arenosa	6.34	0.15	2.63	0.06
Playa rocosa	0.91	0.02	0.02	0.00
Selva baja subcaducifolia	694.12	16.13	238.39	5.54
Selva baja subcaducifolia con especies de mangle	1.63	0.04	1.63	0.04
Selva baja subperennifolia	555.13	12.90	281.63	6.54
Selva mediana	1026.88	23.86	76.73	1.78
Vegetación de dunas costeras	22.61	0.53	22.38	0.52
Vegetación secundaria de selva baja subperennifolia	7.89	0.18	7.89	0.18
Vegetación secundaria de selva mediana	42.83	1.00	4.90	0.11
Vegetación secundaria selva baja subcaducifolia	225.76	5.25	1.28	0.03
Zona arqueológica de Tulum	4.55	0.11	4.55	0.11

[70] Solo se considera la superficie terrestre del SA .

[71] Superficie que ocupa dentro del Proyecto cada uso de suelo y vegetación registrado en el SA .

Usos de suelo y vegetación	**SA**		**Proyecto [71]**	
	ha	**%**	**ha**	**%**
Zona quemada	6.11	0.14	6.11	0.14
Total	**4304.32**	**100**	**992.58**	**23.06**

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, CONAFOR, CONABIO, ortomosaico y levantamiento topográfico, así como la caracterización ambiental de la vegetación (marzo, 2023).

Destaca por su extensión, la selva mediana ocupando el 23.86% de la superficie, en segundo lugar, el uso urbano con 19.55%, en tercer lugar, la selva baja subcaducifolia con 16.13% y en cuarto lugar la selva baja subperennifolia con 12.90%. Entre los usos de suelo y vegetación relevantes por las especies que potencialmente podrían encontrarse ahí, así como por los servicios ambientales que prestan, se encuentra el manglar y manglar mixto con un porcentaje en conjunto aproximadamente del 6.68% del SA y la vegetación de duna costera que ocupa solo el 0.53% de este. Se identifican también cenotes característicos de la región, ocupando solo el 0.12% del SA . La vegetación secundaria de selva mediana (1%), selva baja subcaducifolia (5.25%) y selva baja subperennifolia (0.18%) se distribuye en el 6.42% del SA . También fue posible identificar algunas zonas quemadas en el 0.14 del SA , lo que evidencia procesos de perturbación de la cobertura vegetal natural. Por último, la infraestructura (vialidades y el sector turístico hotelero existente) ocupa casi el 3.69% del

SA , denotando la influencia antrópica que actualmente existe en éste.

De acuerdo con reportes de estudios cercanos al área del Proyecto y que mantienen interacción con el SA , la vegetación aledaña es predominantemente de selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia.

Cabe destacar que existen dentro y cerca del área del Proyecto elementos vinculados a la fragmentación del sistema, como por ejemplo vialidades como la carretera federal 307 o la zona urbana de Tulum. Lo anterior ya que su presencia genera cambios en el estado de la vegetación por el deterioro ocasionado por el tránsito de vehículos o personas, llevándola a estados sucesiones distintos (vegetación secundaria). Otro factor determinante para el estado sucesional de la vegetación es la influencia de fenómenos hidrometeorológicos. Por último, se identifica que la zona quemada del SA se encuentra dentro del área del Proyecto .

- Descripción de los tipos de vegetación (información documental)

Selva baja subcaducifolia (SBS)

Este tipo de vegetación se distribuye en regiones de clima cálido (Aw-Am) y se caracteriza por que al menos la mitad de las especies arborescentes pierden sus hojas en la época seca del año y por la presencia de algunas especies verdes o de corto periodo de defoliación (Rzedowski, 2006)[72]. De acuerdo con este autor, este tipo de vegetación tiene alturas entre los 15 a los 40 m y diámetros entre los 30 a los 80 cm. Se localiza entre los 0 y los 1,300 msnm, en sitios con precipitación promedio anual entre los 1,000 y los 1,600mm.

En 2005, este tipo de vegetación se extendía por aproximadamente 407 km^2 del territorio nacional, lo que corresponde al 0.002% de la extensión de México. En la Península de Yucatán se intercala entre las áreas de selva tropical perennifolia y selva tropical caducifolia, se extiende en una franja sinuosa a lo largo de la costa.

Selva mediana subperennifolia (SMQ)

Este tipo de vegetación se distribuye en regiones de clima cálido (Am, Af, Cw y Aw) y se caracteriza por que entre el 25 y 50% de los árboles pierden las hojas durante la temporada de secas (Rzedowski, 2006)[37]. Este tipo de vegetación tiene alturas entre los 20 a los 40m de altura (INEGI, 1998)[38]. Se localiza entre los 0 y los 1,000 msnm, en sitios con precipitación promedio anual entre los 1,500 y

los 3,000mm (Rzedowski, 2006)[37].

Este tipo de vegetación es el más extenso de la península de Yucatán (60 % del territorio), lo anterior a peSA de las condiciones adveras y de relativamente poca precipitación que predominan.

La selva mediana subperennifolia del municipio de Tulum se ha visto disminuida debido a dos factores principales, eventos ciclónicos naturales e impactos antropogénicas. Los impactos naturales detectados son en su mayoría referidas a árboles derribados de raíz o con los troncos astillados como resultado del impacto de los huracanes sobre el área, en particular el huracán Gilberto y Emily, que el 1988 y 2005 afectaron respectivamente la zona y aún permanecen huellas de su paso. Adicionalmente a ello, algunos troncos de árboles derribados se encuentran quemados, posiblemente durante alguno de los múltiples incendios que afectaron la zona después del paso de Gilberto.

Vegetación secundaria

De acuerdo con INEGI[73], la vegetación secundaria de selva es un estado sucesional de la vegetación en el cual existen indicios de que la cobertura vegetal original se eliminó o perturbó. Asimismo, puede presentar dominio de los siguientes valores: vegetación secundaria herbácea, vegetación secundaria arbustiva o vegetación secundaria arbórea. Por lo tanto, son comunidades donde habitan especies de rápido crecimiento, gran capacidad de adaptabilidad y dispersión.

De acuerdo con lo anterior, este tipo de vegetación, en el SA adquiere dos vertientes: Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia.

Vegetación de duna costera

Este tipo de vegetación usualmente es halófila, pionera y se caracteriza por distribuirse de manera heterogénea sobre la línea de costa, por lo que puede estar presente en distintos tipos de clima (desde desértico hasta cálido húmedo) (CONABIO, 2022)[74]. Su distribución está determinada por factores como la velocidad del viento, dirección del viento, cantidad y tipo de sedimento formador.

La comunidad vegetal de las dunas costeras se considera rica, ya que en la península de Yucatán se han identificado al menos 271 especies y presentan un alto grado de endemismos (Duran, Torres y Espejel, s/f)[75]. Destaca también las diferentes dominancias (herbáceo, arbustivo y arbóreo). De acuerdo con Flores y Espejel (1994) citados por Ovando-Hidalgo et. al (2020)[76], este tipo de

vegetación está presente en el 81% del litoral de las playas de la península de Yucatán.

Este tipo de vegetación contribuye a la protección contra el viento y marea, evita la erosión costera, asimismo, contribuyen a la filtración del agua; por lo que su protección es prioritaria (CONABIO, 2022)[77].

Manglar (M)

Este tipo de vegetación está compuesto principalmente por plantas leñosas, halófilas tolerantes a bajos niveles de oxigenación, viento y marea (CONAFOR, 2020)[78]. Se compone de diferentes especies de mangle y se distribuye en estuarios, lagunas costeras y esteros (INEGI, 1998)[79].

A nivel nacional este tipo de vegetación se distribuye en 17 estados costeros con presencia de principalmente 4 especies de mangle: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) (CONAFOR, 2020)[80].

- **Composición florística**

Se identificaron un total de 100 especies, distribuidas en 88 géneros y representadas en 42 familias, siendo la familia Fabaceae la más representativa con 17 especies, seguida de la familia Polygonaceae y Moraceae con 8 y 7 especies respectivamente. De la totalidad de especies se identificaron 12 como endémicas de la península de Yucatán (PY) (Tabla 4. 13).

4.1.11. Vegetación con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se identificaron 8 especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se encuentran con un estatus identificado como de amenazadas (A) (Tabla 4. 15).

*Tabla 4. 15. Especies con categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. A = amenazada. *Endémica.*

Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Proyecto	SA
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	A	X	X
Arecaceae	*Coccothrinax readii**	A	X	X
Arecaceae	*Pseudophoenix SA gentii*	A	X	X

Arecaceae	*Thrinax radiata*	A	X	X
Asparagaceae	*Beaucarnea pliabilis**	A	X	
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	A	X	
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	A	X	X
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	A	X	X

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

- **Descripción de los tipos de vegetación (muestreo)**

Selva mediana

En esta comunidad se identificaron 54 especies pertenecientes a 48 géneros y a 25 familias. De las 56, 37 son arbóreas, 7 arbustivas y 10 herbáceas, esta comunidad se observó dominancia de kan'chunup (*Thouinia paucidentata*) en el estrato arbóreo, y del na'akax (*Coccothrinax readii*).

Tabla 4. 16. Especies identificadas en la selva mediana.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Che'chem
Anonnaceae	*Mosannona depressa*	E'lemuy
Apocynaceae	*Plumeria obtusa*	Nicte' chom
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Na'akax
Arecaceae	*Pseudophoenix SA gentii*	Kuka'
Bignoniaceae	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il
Bignoniaceae	*Paragonia pyramidata*	-
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	K'oopte' / Ciricote
Boraginaceae	*Cordia gerascanthus*	Bojom
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaka'j
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	-
Convolvulaceae	*Ipomoea heterodoxa*	Ya'ax ka'anil
Convolvulaceae	*Turbina corymbosa*	X'tabentun
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	U chul che'
Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	Pees kuuts
Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Ya'aytiik

Fabaceae	*Albizia niopoides var. niopoides*	Kantemo'
Fabaceae	*Bauhinia jenningsii*	Sak ts' ulub took'
Fabaceae	*Gliricidia maculata*	Sak yaab
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam
Fabaceae	*Mariosousa dolichostachya*	Yaax piich
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Ja'abin
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Subinche' / Granadillo
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik
Lauraceae	*Nectandra coriacea*	Jok che'
Malpighiaceae	*Byrsonima bucidifolia*	Sakpa'
Malpighiaceae	*Malpighia lundellii*	Wayate'
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Oox / Ramón
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Koopo' / Álamo
Moraceae	*Ficus crassinervia*	Oop'
Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**
Moraceae	*Maclura tinctoria*	Mora
Moraceae	*Trophis racemosa*	Chak'ox
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'
Poaceae	*Ichnanthus lanceolatus*	K'an ch'iin
Poaceae	*Urochloa fusca*	K'an chin
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Boobche'
Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Boobchich
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Boob chi che'
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Tsi'tsil'che'
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	Sak itsa'
Rhamnaceae	*Krugiodendron ferreum*	Ch'iintook' / Quiebra hacha
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Tasta'ab
Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Kib che'
Rubiaceae	*Morinda royoc*	Piña aak'
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Tinta che'
Rubiaceae	*Randia truncata*	Kabal k'aax

Rutaceae	*Esenbeckia pentaphylla*	Ya'ax jokok
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Ixiimche'
Sapindaceae	*Serjania yucatanensis*	Ch'een peek
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Kan'chunup
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote
Sapotaceae	*Sideroxylon salicifolium*	Chak ya' / Zapote faisán
Smilacaceae	*Smilax spinosa*	Koke'

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

Este tipo de vegetación se encuentra en buen estado de conservación, se observaron individuos con DAP superiores a los 30 cm, no se observaron impactos humanos como construcciones o desmontes, se lograron encontrar áreas con residuos sólidos, los impactos más evidentes son los ocasionados por eventos meteorológicos, ya que se observaron algunos árboles con ramas rotas.

El 52% de las especies presentes en este tipo de vegetación son del estrato arbóreo y en menor proporción, con el 21% son del estrato arbustivo.

Densidad de especies

Los datos presentados en la Tabla 4. 17, muestran el número de individuos que podemos encontrar por hectárea, la especie mejor representada es el kan'chunup (*Thouinia paucidentata*).

Tabla 4. 17. Densidad de las especies arbóreas de la selva mediana por ha.

Familia	Nombre científico	Densidad (ind/ha)
Anonnaceae	*Metopium brownei*	3837
Apocynaceae	*Mosannona depressa*	1279
Arecaceae	*Plumeria obtusa*	2558
Boraginaceae	*Pseudophoenix SA gentii*	1279
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	1279
Burseraceae	*Cordia gerascanthus*	1279
Ebenaceae	*Bursera simaruba*	2558
Euphorbiaceae	*Diospyros salicifolia*	1279
Fabaceae	*Gymnanthes lucida*	6394
Fabaceae	*Albizia niopoides var niopoides*	1279

Fabaceae	*Gliricidia maculata*	2558
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	6394
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	12788
Lamiaceae	*Platymiscium yucatanum*	2558
Lauraceae	*Vitex gaumeri*	11510
Malpighiaceae	*Nectandra coriacea*	2558
Moraceae	*Byrsonima bucidifolia*	1279
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	1279
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	2558
Moraceae	*Ficus crassinervia*	1279
Nyctaginaceae	*Trophis racemosa*	1279
Polygonaceae	*Neea psychotrioides*	6394
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	1279
Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	1279
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	1279
Rhamnaceae	*Gymnopodium floribundum*	8952
Rubiaceae	*Krugiodendron ferreum*	5115
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	2558
Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	1279
Salicaceae	*Randia aculeata*	1279
Sapindaceae	*Casearia corymbosa*	1279
Sapotaceae	*Thouinia paucidentata*	17904
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	6394
Anacardiaceae	*Sideroxylon salicifolium*	2558
Total		**126,605**

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

Clases diamétricas y altimétricas

Para el caso del estrato arbóreo se realizó la estimación de la distribución diamétrica de los individuos, cuyos valores se muestran a continuación. Se grafican las especies que presentan un DAP de entre 10 y mayor a 30 cm notando que en su mayoría son individuos de entre 10 y 14.99 cm de DAP y disminuye gradualmente conforme aumenta el valor del DAP.

Índice de diversidad

A continuación, se presenta los datos de la estimación de índices de diversidad. De acuerdo con estos, de los 99 individuos contabilizados, se encontraron 14 de kan'chunup (Thouinia paucidentata), siendo la especie dominante y registrando una contribución del 0.28 respecto al índice de diversidad de 3.1255, que se considera como un valor alto.

Tabla 4. 18. Estimación de índices de diversidad del estrato arbóreo de la selva mediana.

Familia	Nombre científico	Individuos	(PI)	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	3	0.030	-3.4965	0.1060
Anonnaceae	*Mosannona depressa*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Apocynaceae	*Plumeria obtusa*	2	0.020	-3.9020	0.0788
Arecaceae	*Pseudophoenix SA gentii*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Boraginaceae	*Cordia gerascanthus*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Burseraceae	*Bursera simaruba*	2	0.020	-3.9020	0.0788
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	5	0.051	-2.9857	0.1508
Fabaceae	*Albizia niopoides var niopoides*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Fabaceae	*Gliricidia maculata*	2	0.020	-3.9020	0.0788
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	5	0.051	-2.9857	0.1508
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	10	0.101	-2.2925	0.2316
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	2	0.020	-3.9020	0.0788
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	9	0.091	-2.3979	0.2180
Lauraceae	*Nectandra coriacea*	2	0.020	-3.9020	0.0788
Malpighiaceae	*Byrsonima bucidifolia*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	2	0.020	-3.9020	0.0788
Moraceae	*Ficus crassinervia*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Moraceae	*Trophis racemosa*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	5	0.051	-2.9857	0.1508
Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	1	0.010	-4.5951	0.0464

Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	7	0.071	-2.6492	0.1873
Rhamnaceae	*Krugiodendron ferreum*	4	0.040	-3.2088	0.1296
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	2	0.020	-3.9020	0.0788
Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Rubiaceae	*Randia aculeata*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	1	0.010	-4.5951	0.0464
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	14	0.141	-1.9561	0.2766
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	5	0.051	-2.9857	0.1508
Sapotaceae	*Sideroxylon salicifolium*	2	0.020	-3.9020	0.0788
Total		**100**			**3.1255**

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

Valor de importancia relativa

A continuación, se grafican los resultados de las especies en cada estrato, las cuales las especies con valores más altos son: *Thouinia paucidentata* con un V.I.R. de 31.46, *Piscidia piscipula* con 27.87 y *Vitex gaumeri* con 24.53, estas especies son las más características de este tipo de vegetación.

Estrato arbóreo

Para este estrato, el kan'chunup (*Thouinia paucidentata*) junto con el ja'abin (*Piscidia piscipula*) son las especies con valores altos en frecuencia y cobertura, debido al número de individuos presentes.

Estrato arbustivo

El na'akax (*Coccothrinax readii*) es la especie con cobertura y frecuencia más alta de este tipo de vegetación.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo *Commelina diffusa* es la especie mejor representada, con altos valor en los índices.



4.1.12. Manglar

Este tipo de vegetación presenta suelos magrosos, inundables, someros con aguas de color pardo oscuro. En él se registraron 4 especies, correspondientes a 4 géneros, representantes de 3 familias. Para los tres estratos se encontraron las mismas especies. El mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) es la especie con mayor dominancia, frecuencia y abundancia, y en menor proporción el mangle negro (*Avicennia germinans*) y por último el mangle rojo (*Rhizophora mangle*). El mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) solo se presenta en el estrato arbustivo.

Tabla 4. 19. Especies identificadas en el manglar.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Taabche' / Mangle negro
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	K'aanche' / Mangle botoncillo
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Sak' okom / Mangle blanco
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Xtaab che' / Mangle rojo

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

El 43% de las especies presentes en este tipo de vegetación son del estrato arbóreo y en mayor proporción con el 47% el estrato herbáceo y el arbustivo con el 10%.

Tabla 4. 20, muestran el número de individuos arbóreos que podemos encontrar por hectárea, la especie mejor representada o dominante es el sak' okom o mangle blanco (*Laguncularia racemosa*).

Tabla 4. 20. Densidad de las especies arbóreas del manglar por ha.

Familia	Nombre científico	Densidad (ind/ha)
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	98725
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	107981
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	33937
Total		**240,643**

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

Manglar mixto

En este tipo de manglar es el más distante a línea de costa, además que se registran especies de transición. Al igual que el manglar se registraron 4 especies, correspondientes a 4 géneros, representantes de 3 familias. Sin embargo, en este tipo de manglar se encuentran especies de selva como el che'chem (*Metopium brownei*). Se encuentra una transición y presencia de especies de selva y matorral costero. Fuera de los cuadrantes de muestreo se encontraron en las colindancias especies como el juluub (*Bravaisia berlandieriana*), el julok' xa'an o huano macho (*Sabal yapa*), el chicozapote (*Manilkara zapota*) y el koopo' o álamo (*Ficus cotinifolia*) entre otras. Para los tres estratos se encontraron las mismas especies debido a que por su capacidad de adaptación, estas especies germinan en este tipo de suelo en interacción con el constante flujo de agua y salinidad. El mangle botoncillo o k'aanche' (*Conocarpus erectus*) en el estrato arbóreo y arbustivo es la especie con mayor dominancia, frecuencia y abundancia.



Tabla 4. 22. Especies identificadas en el manglar mixto.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Che'chem
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	K'aanche' / Mangle botoncillo
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Sak' okom / Mangle blanco
Rhizophoraeae	*Rhizophora mangle*	Xtaab che' / Mangle rojo

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

El estrato arbóreo se integra de una asociación de k'aanche' o mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) que se encuentra en una zona con flujo de agua dado por la precipitación fluvial y que en temporada de estiaje llega a secarse gradualmente.

El 52% de los individuos se encuentra en el estrato arbóreo, el 41% en el estrato herbáceo y el 7% en el arbustivo, el estrato herbáceo es alto en comparación a otro tipo de vegetación debido a que encontramos un alto número de individuos de mangle blanco o sak' okom (*Laguncularia racemosa*) germinando.

Densidad de especies

En la Tabla 4. 23 se presenta el estimado de número de individuos arbóreos que podemos encontrar por hectárea, la especie mejor representada o dominante es el k'aanche' o mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), seguido del xtaab che' o mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

Tabla 4. 23. Densidad de las especies arbóreas del manglar mixto.

Familia	Nombre científico	Densidad (ind/ha)
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	1023
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	64439
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	2046
Rhizophoraeae	*Rhizophora mangle*	9206
Total		**76,713**

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

Selva baja subperennifolia

En esta comunidad se identificaron 42 especies pertenecientes a 37 géneros y a 21 familias. De las

42, 28 son arbóreas, 7 arbustivas y 11 herbáceas, en esta comunidad el oox o ramón (*Brosimum* alicastrum *ssp. alicastrum*) presentó dominancia en el estrato arbóreo, mientras que el chiit (*Thrinax radiata*) la presenta en el estrato arbustivo y herbáceo.

Tabla 4. 25. Especies identificadas en la selva baja subperennifolia.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Juluub
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Che'chem
Araceae	*Anthurium schlechtendalii ssp. schlechtendalii*	Boobtúun
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Na'akax
Arecaceae	*Pseudophoenix SA gentii*	Kuka'
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chiit
Bignoniaceae	*Bignonia diversifolia*	Anilkab
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	K'oopte' / Ciricote
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaka'j
Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	U chul che'
Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	Pees kuuts
Fabaceae	*Erythrostemon yucatanensis*	Ta'kimche'
Fabaceae	*Gliricidia maculata*	Sak yaab
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Subinche' / Granadillo
Fabaceae	*Pithecellobium unguis-cati*	Chak tsi'u che'
Fabaceae	*Senna racemosa*	K'an ja'abin
Fabaceae	*Vachellia pennatula spp parvicephala*	Ch'i' may
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik
Moraceae	*Brosimum alicastrum ssp. alicastrum*	Oox / Ramón
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Koopo' / Álamo
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'
Poaceae	*Lasiacis divaricata var divaricata*	Siit
Poaceae	*Urochloa fusca*	K'an chin
Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Boobchich

Polygonaceae	*Coccoloba belizensis*	Boobniche'
Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis*	Boob ch'iich'
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Boob chi che'
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Tsi'tsil'che'
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Lu'umche' / Pimientillo
Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Kib che'
Rubiaceae	*Morinda royoc*	Piña aak'
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Tinta che'
Rubiaceae	*Randia longiloba*	Cruz k'iix
Rutaceae	*Esenbeckia pentaphylla*	Ya'ax jokok
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis ssp. oliviformis*	Uayuum
Sapindaceae	*Serjania yucatanensis*	Ch'een peek
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Kan'chunup
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Mul che'
Vitaceae	*Cissus biformifolia*	Chak tuuk anil

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

En este tipo de vegetación es donde se encontró gran diversidad de especies, presenta elementos arbóreos de buen porte, sin embargo, en este tipo de vegetación se encontraron zonas con residuos sólidos y algunas áreas con presencia del uso de maderas o leña.

El estrato arbóreo presenta el 51% seguido del arbustivo con el 27% y 22% para el estrato de herbáceas.

Densidad de especies

En la Tabla 4. 26, se presenta la estimación de individuos arbóreos que podemos encontrar por hectárea, la especie mejor representada es el oox o ramón (*Brosimum alicastrum spp. alicastrum*) seguido del chaka'j (*Bursera simaruba*) y el chicozapote (*Manilkara zapota*).

Tabla 4. 26. Densidad de las especies arbóreas de la selva baja subperennifolia.

Familia	Nombre científico	Densidad (ind/ha)
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	23469

Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	9388
Burseraceae	*Bursera simaruba*	42245
Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	4694
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	18775
Fabaceae	*Erythrostemon yucatanensis*	4694
Fabaceae	*Gliricidia maculata*	4694
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	9388
Fabaceae	*Senna racemosa*	4694
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	28163
Moraceae	*Brosimum alicastrum ssp. alicastrum*	79795
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	9388
Polygonaceae	*Coccoloba belizensis*	4694
Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis*	9388
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	14082
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	14082
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	4694
Rubiaceae	*Randia aculeata*	4694
Rubiaceae	*Randia longiloba*	9388
Rutaceae	*Esenbeckia pentaphylla*	4694
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis ssp oliviformis*	32857
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	9388
Familia	**Nombre científico**	**Densidad (ind/ha)**
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	37551
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	4694
Total		**389,588**

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

4.1.13. Matorral costero

Se encontró un total de 13 especies, con 13 géneros y 13 familias. Esta vegetación se caracteriza por presentar una dominancia de Chiit (*Thrinax radiata*) para los tres estratos. Esta vegetación presenta una altura entre los 2.5 y 10 metros.

Tabla 4. 31. Especies identificadas en el matorral costero.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana*	Juluub
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Che'chem
Apocynaceae	*Plumeria obtusa*	Nicte' chom
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chiit
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaka'j
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'
Erythroxylaceae	*Erythroxylum confusum*	Tooso
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Pak che'
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Subin
Malvaceae	*Hibiscus poeppigii*	Chinchinpool
Moraceae	*Ficus maxima*	Akúun / Higo grande
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Boob chi che'
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote

Fuente: GPPA. S. C. 2023.

En este tipo de vegetación encontramos una menor riqueza de especies en comparación a las selvas bajas y medianas, sin embargo, este tipo de vegetación es importante al ser barreras de las corrientes de viento, permitiendo la acumulación de sedimentos para la formación de suelos, también son refugio y proveen de alimento a la fauna silvestre.

El porcentaje de individuos arbóreos es alto, con un 78%, sin embargo, estos individuos no presentan alturas mayores a los 7 metros de altura, son árboles de porte bajo. El estrato herbáceo es el segundo mejor representado con un 13%.

Vegetación de dunas costeras

Cuenta con 12 especies registradas, 12 géneros y 10 familias. Esta vegetación se ubica en la porción colindante con la ZOFEMAT. Se caracteriza por presentar pocas especies de porte arbóreo, herbáceas rastreras como la margarita de mar (*Ambrosia hispida*) y arbustivas postradas como el ya'ax k'aax (*Pithecellobium keyense*), que se presentan en el límite entre el matorral costero y la mayor parte de las especies son herbáceas halófilas fijadoras de la arena o el suelo.

Tabla 4. 34. Especies identificadas en la duna costera.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	Ts'a'aykan / Verdolaga de playa
Amaranthaceae	*Atriplex tampicensis*	Cenizo
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chiit
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Muuch' kook / Margarita de mar
Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	Sik'imay / Tabaquillo
Brassicaceae	*Cakile edentula*	Xaal
Fabaceae	*Canavalia rosea*	Haba de mar
Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Ya'ax k'aax
Poaceae	*Cenchrus echinatus*	Mul
Poaceae	*Distichlis spicata var. spicata*	Baakel aak'
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Ni' che' / Uva de playa

Fuente: GPPA, S. C. 2023.



Foto 4. 8. Vegetación de duna costera colindante con la ZOFEMAT.

4.2. Conclusiones

La vegetación presente en el Proyecto se encuentra en buen estado de conservación, algunas partes

presentan perturbaciones debido a las actividades que se realizan dentro o en las colindancias, como áreas de la playa con los edificios veraniegos y propiedades privadas; en el SA , las áreas más impactadas son las localizadas en cercanía a la zona urbana.

Se lograron identificar los distintos tipos de vegetación y no se identificaron cenotes, cavernas, dolinas, aguadas dentro del Proyecto . En el Proyecto se encuentran algunos vestigios arqueológicos.

Mencionando lo anterior hay que considerar en el predio las medidas de mitigación y de conservación encaminadas a minorizar los impactos en los distintos ecosistemas que encontramos, preservarlos y contribuir a la conservación de especies es esencial para la humanidad y futuras generaciones.

Las selvas bajas y mediana presentaron un gran número de especies y familias, la vegetación predominante en el Proyecto son las selvas bajas, en ellas se encontró una mayor una mayor riqueza y abundancia de especies y con individuos de mayores portes del estrato arbóreo; en comparación con otros tipos de vegetación, el manglar junto con el manglar mixto y el matorral costero son las menos diversas al presentar valores bajos de diversidad. Estos tres últimos tipos de vegetación presentan el 75 % de las especies amenazadas, estos tipos de vegetación deben de ser más cuidados y protegidos al ser los tipos de vegetación de menor presencia en el Proyecto . En el SA la selva mediana es la que mayor número presentó de especies y familias, lo mismo con individuos de mayores portes, en comparación a los otros tipos de vegetación.

En el manglar se encontraron cuatro de las ocho especies registradas como amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuatro especies de mangle. En el manglar se observó la vegetación muy cerrada, no se observaron áreas sin vegetación o indicios de remoción de la misma, el acceso al manglar es difícil debido a la densidad de árboles, arbustos y raíces que impiden el paso o que permitan acceder, sin embargo, fue una de los tipos de vegetación con la presencia de residuos sólidos, esto puede ser debido a la colindancia que tienen con áreas de servicios turísticos y propiedades privadas.

En el Proyecto la vegetación de dunas costeras es una de las más afectadas por distintos factores, el más evidente es la remoción de este tipo de vegetación derivado de las actividades antropogénicas que se deSA rollan en este ecosistema, seguido por la fragmentación de la vegetación por la apertura

de caminos los cuales también son usados como tiraderos clandestinos de residuos sólidos urbanos y para el acopio de SA gazo que llega en grandes cantidades.

En las colindancias con la zona urbano construida se encontraron pequeños parches de vegetación secundaria proveniente de cada uno de los distintos tipos de vegetación según su ubicación.

4.3. Fauna

Con el objetivo de evaluar la composición de las comunidades de fauna silvestre, determinar la riqueza y abundancia de las poblaciones y realizar la identificación de especies indicadoras del estado actual del sistema, se realizó durante los días 13 al 17 de marzo del 2023, la caracterización de la fauna en el Proyecto y SA .

El estudio contemplo el análisis de los datos obtenidos para un total de 20 transectos de muestreo (Proyecto , SA y área colindante) y 6 puntos para el registro de datos mediante cámaras trampa, estos se representan gráficamente en el

4.3.1. Metodología y análisis de datos

Los muestreos fueron realizados a través de transectos de distancias variables que abarcaron los distintos tipos de vegetación y ambientes. En cada transecto se registraron los datos correspondientes a los siguientes cuatro grupos de fauna vertebrada: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Los recorridos en los transectos se realizaron a una velocidad aproximada de 1 km/ h. Los datos fueron registrados en el formato que se presenta en la siguiente Tabla 4. 38. Adicionalmente, como ya fue comentado, se colocaron cámaras trampa para el registro de especies.

Tabla 4. 38. Formato de muestreo de fauna.

Bitácora de muestreo de fauna		
Fecha:	**Hora de inicio:**	**Hora de finalización:**
Transecto:		
Descripción del estado del tiempo:		
Responsable del muestreo:		

Hora de avistamiento	Punto de conteo / Estación	Tipo de vegetación	Tipo de avistamiento	Nombre científico	Nombre común	No. de individuos
Observaciones generales:						
Firma del responsable						

- **Anfibios y reptiles**

Para el registro de anfibios, se empleó el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje, utilizando para la identificación el uso de guías de campo de Calderón-Mandujano et al. (2005)[84], Lee (2000)[85], Gil y Ocaña (1994)[86]. Los muestreos se efectuaron durante cinco días, en los transectos previamente definidos, realizándose en un horario de 4:00 pm a 6:00 pm, para los anfibios y de 8:00 am a 12:00 pm, para los reptiles, con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas. Los registros se realizaron mediante inspecciones visuales y búsqueda directa. También se incluyó el registro auditivo mediante la guía de Díaz-Gamboa et al., 2019[87]. Cuando fue posible se realizó la toma de fotografía. Para los cuerpos de agua que se presentaron en alguno de los transectos de muestreo, se realizó el movimiento del líquido para detectar la presencia de especies.

- **Aves**

El registro de aves se realizó mediante la técnica de puntos de conteo, en un radio de 20 m, mediante censo visual y auditivo. Los muestreos se efectuaron durante el mismo número de días y sobre los mismos transectos de muestreo que el grupo de los anfibios y reptiles, deSA rollándose en un horario de entre las 6:00 am y 9:00 am y de 4:00 pm a 6:00 pm. El levantamiento de datos se realizó recorriendo los transectos y haciendo paros totales cada 50 metros, durante 10 minutos (Ralph et al., 1996[88], Bibby et al., 2000[89]). Cuando fue posible se realizó la toma de fotografía. En la

parte costera para el censo de las aves, se realizó a través de estaciones de conteo en puntos fijos, basado en los criterios de MacKinnon (2013)[90]. Para identificar las especies de aves se utilizaron las guías de campo de Howell and Web (1995)[91], Sibley (2000)[92], MacKinnon (2005[93], 2013).

- **Mamíferos**

En el caso de los mamíferos el censo se realizó mediante dos formas por método indirecto, mediante la identificación de rastros (huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc.) (Aranda, 2000)[94], y el registro obtenido mediante las cámaras trampa. El registro por el método indirecto se realizó en los mismos transectos definidos, para los grupos anteriores, en los horarios de muestreo de los grupos faunísticos de aves, reptiles, mamíferos y anfibios. Las cámaras trampa fueron instaladas en un periodo de 7 am a 12 pm del día 13 de marzo y permanecieron colocadas hasta el día 17 de marzo. Las trampas se colocaron en sitios donde se observaron rastros, siguiendo la metodología de Medellín et al., 2006[95]. Para la identificación de huellas y otros rastros se utilizaron las guías de Ceballos y Miranda, 2000[96] y Aranda, 2005[97].

Análisis de datos

Los índices e indicadores aplicados a la información obtenida en campo fueron los siguientes: Composición faunística y riqueza de especies, abundancia relativa, diversidad, distribución y similitud.

Para la identificación de especies en algún estatus de riesgo, se consultó la NOM-059- SEMARNAT-2010. área

Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos del estudio de caracterización de fauna, cabe señalar que los datos fueron analizados por área (Proyecto y SA), debido a lo anterior estos se presentan por separado, primero para el Proyecto y enseguida para el SA , con excepción del listado de especies, el cual se presenta en conjunto. También se precisa que los datos obtenidos del área colindante fueron incluidos en el análisis de la información relativa al SA .

- **Lista de especies**

Los resultados determinaron el registro de 75 especies de fauna, distribuidas en 65 géneros y

representadas en 44 familias. En la siguiente

Tabla 4. 39. Lista de especies de fauna registradas en el Proyecto .

No.	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	SA	Proyecto
1	Anfibios	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca	X	X
2			Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana leopardo	X	X
3			Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	X	X
4		Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	X	---
5			Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	X	X
6			Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	---	X
7		Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canela	X	X
8		Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	X	X
9			Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	---	X
10			Charadriidae	*Pluvialis squatorola*	Chorlo gris	X	X
11			Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	---	X
12		Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turco	X	X
13			Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	X	X
14		Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canelo	---	X
15		Falconiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	X	X
16				*Coragyps atratus*	Zopilote común	X	X
17		Galliformes	Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Pavo de monte	---	X
18			Cracidae	*Ortalis vetula*	Chacalaca vetula	X	X
19			Tyrannidae	*Alaenia flavogaster*	Mosquero copetón	X	---
20				*Attila spadiceus*	Mosquero atila	X	X
21			Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	X	---
22				*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	X	X
23			Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	X	X
24			Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	X	X

25			Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	X	X
26			Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de altamira	X	X
27			Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	X	X
28			Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	X	X
29	Aves		Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojo rojo	X	X
30			Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis Gregario	X	X
31			Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado	X	X
32			Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	X	---
33			Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	X	X
34			Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara pea	---	X
35		Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	X	X
36			Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	X	---
37				*Setophaga palmarum*	Chipe playero	X	X
38				*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	X	---
39			Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina ala aserrada	X	X
40			Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical	X	X
No.	**Clase**	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**SA**	**Proyecto**
41				*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro	X	---
42			Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo yucateco	X	X
43			Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	---	X
44		Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	X	---
45				*Ardea herodias*	Garza morena	X	---
46			Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano pardo	X	X
47		Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	X	X
48				*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	X	X
49		Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	X	X
50			Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho	X	X

					sucio		
51		Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	---	X
52		Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta	X	X
53	Mamíferos	Artiodactyla	tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecari de collar	---	X
54		Carnívora	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	X	X
55				*Procyon lotor*	Mapache	X	X
56			Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	---	X
57		Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache común	X	X
58		Primates	Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono araña	X	---
59		Rodentia	Agoutidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque	---	X
60			Cricetidae	*Peromyscus leucopus*	Ratón de patas blancas	X	---
61			Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	X	X
62	Reptiles	Squamata	Polychrotidae	*Anolis rodriguezii*	Lagartija de abanico amarillo	X	---
63				*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo	X	X
64			Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Teterete	X	X
65			Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata	X	---
66			Crocodylidae	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo	X	---
67			Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana espinosa rayada	X	X
68			Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	cuija, niño, geko casero	X	X
69			Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoíris	X	---
70			Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana	X	X
71			Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijera	X	---
72			Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Culebra bejuquilla mexicana	X	X
73			Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa pintas amarillas	X	X
				Sceloporus	Lagartija espinoza de		

74				*cozumelae*	cozumel	X	X
75		Testudines	Cheloniidae	*Chelonia mydas*	Tortuga verde	---	X

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

- **Composición taxonómica y riqueza específica**

Proyecto

Durante el trabajo de campo se lograron recopilar 394 registros correspondientes a 58 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 19 órdenes, 39 familias y 54 géneros. Esta fauna está representada por 3 especies de anfibios, 9 especies de reptiles, 39 especies de aves y 7 especies de mamíferos (Tabla 4. 40).

Tabla 4. 40. Composición taxonómica de especies de vertebrados terrestres presentes en el Proyecto .

Orden	Familia	Género	Especies	No. de Registros	% de Registros
1	3	3	3	5	1.27
2	7	7	9	57	14.47
12	23	38	39	301	76.40
4	6	6	7	31	7.87
19	**39**	**54**	**58**	**394**	**100**

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

El grupo taxonómico con más registros fue el de aves y representa el grupo más abundante dentro del Proyecto con el 75.91% del total de los registros (

SA

Para esta área, se lograron recopilar 354 registros correspondientes a 65 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 19 órdenes, 39 familias y 57 géneros. Esta fauna está representada por 3 especies de anfibios, 14 especies de reptiles, 42 especies de aves y 6 especies de mamíferos. (Tabla 4. 41).

Tabla 4. 41. Composición taxonómica de especies de vertebrados terrestres presentes en el SA .

Clase	Orden	Familia	Género	Especies	No. de Registros	% de Registros
Anfibios	1	3	3	3	5	1.41
Reptiles	2	10	12	14	52	14.69
Aves	12	21	36	42	254	71.75
Mamíferos	4	5	6	6	43	12.15
Total	**19**	**39**	**57**	**65**	**354**	**100**

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

SA

El cálculo de la abundancia relativa de las 65 especies de vertebrados registrados en el SA se muestra en la Tabla 9. Como se interpreta, el mayor índice de abundancia relativa lo representa la Chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) con un valor de 0.178240741. Los datos obtenidos sobre la abundancia de especies para la caracterización presente son relativos y derivados del muestreo realizado.

Tabla 4. 43. Abundancia proporcional de la fauna silvestre registrada en el SA .

Nombre Científico	No. de Individuos	Abundancia Relativa
Cyanocorax yucatanicus	154	0.178240741
Pluvialis squatorola	75	0.086805556
Charadrius vociferus	62	0.071759259
Dives dives	45	0.052083333
Quiscalus mexicanus	36	0.041666667
Sciurus yucatanensis	34	0.039351852
Mimus gilvus	33	0.038194444
Icterus cucullatus	30	0.034722222
Cyanocorax yncas	28	0.032407407
Sceloporus cozumelae	27	0.03125
Melanerpes aurifrons	24	0.027777778
Ortalis vetula	18	0.020833333
Coragyps atratus	16	0.018518519
Fregata magnificens	15	0.017361111

Ctenosaura similis	14	0.016203704
Amazona albifrons	13	0.015046296
Pelecanus occidentalis	13	0.015046296
Anolis rodriguezii	11	0.012731481
Pitangus sulphuratus	11	0.012731481
Leptodactylus melanonotus	10	0.011574074
Smilisca baudinii	10	0.011574074
Stelgidopteryx serripennis	10	0.011574074
Lithobates brownorum	9	0.010416667
Zenaida asiatica	9	0.010416667
Ateles geoffroyi	8	0.009259259
Attila spadiceus	8	0.009259259
Procyon lotor	8	0.009259259
Setophaga citrina	8	0.009259259
Chelonia mydas	7	0.008101852
Didelphis virginiana	7	0.008101852
Sceloporus chrysostictus	7	0.008101852
Setophaga palmarum	7	0.008101852
Setophaga petechia	7	0.008101852
Basiliscus vittatus	6	0.006944444
Eupsittula nana	6	0.006944444
Peromyscus leucopus	6	0.006944444
Ardea alba	5	0.005787037
Dumetella carolinensis	5	0.005787037
Myiozetetes similis	5	0.005787037
Pachyramphus aglaiae	5	0.005787037
Cathartes aura	4	0.00462963
Dryocopus lineatus	4	0.00462963
Leptophis mexicanus	4	0.00462963
Mniotilta varia	4	0.00462963
Molothrus aeneus	4	0.00462963
Amazilia rutila	3	0.003472222

Vireo magister	3	0.003472222
Nombre Científico	**No. de Individuos**	**Abundancia Relativa**
Alaenia flavogaster	2	0.002314815
Glaucidium brasilianum	2	0.002314815
Holcosus undulatus	2	0.002314815
Icterus gularis	2	0.002314815
Mastigodryas melanolomus	2	0.002314815
Nasua narica	2	0.002314815
Streptopelia decaocto	2	0.002314815
Tyrannus melancholicus	2	0.002314815
Anolis sagrei	1	0.001157407
Ardea herodias	1	0.001157407
Boa imperator	1	0.001157407
Buteogallus anthracinus	1	0.001157407
Crocodylus moreletii	1	0.001157407
Hemidactylus frenatus	1	0.001157407
Oxybelis aeneus	1	0.001157407
Pandion haliaetus	1	0.001157407
Parkesia noveboracensis	1	0.001157407
Tyrannus tyrannus	1	0.001157407
Total	**864**	**1**

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

- **Distribución**

Proyecto

En lo que respecta a la distribución de especies de vertebrados con relación a los hábitats y tipos de vegetación reconocidas en el Proyecto , la asociación vegetal que presentó el índice de riqueza más alto fue la selva baja subcaducifolia con 33 especies observadas que corresponden al 29.94% del total de las especies registradas.

Los valores en las columnas de la Tabla 4. 40 corresponden al total de especies de cada clase taxonómica que fue registrada en cada hábitat. Una misma especie pudo haber utilizado varios

hábitats.

Tabla 4. 44. Distribución de vertebrados por ambiente.

Clase	Manglar	Manglar mixto	Matorral costero	Selva baja subcaducifolia	Selva baja subperennifolia	Vegetación de dunas costeras	Vegetación secundaria selva baja subperennifolia	Selva mediana
Anfibios	3	0	0	0	0	0	0	0
Reptiles	1	0	2	4	3	2	1	0
Aves	6	10	9	25	18	9	4	5
Mamíferos	3	0	0	4	5	0	0	0
Total	**13**	**10**	**11**	**33**	**26**	**11**	**5**	**5**

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

SA

En lo que respecta a la distribución de especies de vertebrados con relación a los hábitats y tipos de vegetación reconocidas el SA , la asociación vegetal que presentó el índice de riqueza más alto fue la selva mediana con 51 especies observadas que corresponden al 73.91% del total de las especies registradas.

Los valores en las columnas de la Tabla 4. 45 corresponden al total de especies de cada clase taxonómica que fue registrada en cada hábitat. Una misma especie pudo haber utilizado varios hábitats.

Tabla 4. 45. Distribución de vertebrados en los ambientes identificados en el área de estudio.

Clase	Manglar	Matorral costero	Selva mediana	Vegetación de dunas costeras
Anfibios	3	0	0	0
Reptiles	1	1	11	2
Aves	0	4	34	7
Mamíferos	0	0	6	0
Total	**4**	**5**	**51**	**9**

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

- **Diversidad de especies**

Proyecto

En el Proyecto , los valores obtenidos del cálculo del Índice de diversidad de Shannon- Wiener (H') a partir de los registros correspondientes a la caracterización de fauna realizado en el Proyecto , se muestran en la Tabla 4. 46. La Selva Baja Subperennifolia arrojó el índice de diversidad más alto (H'= 1.314). La Selva Mediana representa las zonas del predio con el menor índice de diversidad (Tabla 4. 46).

Tabla 4. 46. Diversidad por tipo de vegetación o ambiente del Proyecto .

Índex	Manglar	Manglar mixto	Matorral costero	Selva baja subcaducifolia	Selva baja subperennifolia	Vegetación de dunas costeras	Vegetación secundaria selva baja subperennifolia	Selva mediana
Shannon H' Log Base 10.	0.971	0.929	0.934	1.277	1.314	0.914	0.676	0.647
Shannon Hmax Log Base 10.	1.114	1	1.041	1.519	1.415	1.041	0.699	0.699
Shannon J'	0.872	0.929	0.897	0.841	0.929	0.877	0.967	0.926

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

SA

En el área del SA , los valores obtenidos del cálculo del Índice de diversidad de Shannon- Wiener (H') a partir de los registros correspondientes a la caracterización de fauna realizado en Parque Nacional, se muestran en la Tabla 4. 47. La Selva Mediana arrojó el índice de diversidad más alto (H'= 1.357). La Vegetación d Dunas Costeras representa las zonas del área con el menor índice de diversidad

Tabla 4. 47. Diversidad por tipo de vegetación o ambiente del SA .

		Matorral costero	Selva mediana predominante	Vegetación de dunas costeras

Índex	Manglar			
Shannon H' Log Base 10.	0.524	0.604	1.357	0.71
Shannon Hmax Log Base 10.	0.602	0.699	1.708	0.954
Shannon J'	0.871	0.864	0.795	0.745

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

4.3.2. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

En el Proyecto se identificaron ocho especies que, de acuerdo con la NOM-059- SEMARNAT-2010, poseen alguna categoría de protección (Tabla 4. 48). Estas especies son la tortuga verde (*Chelonia mydas*) como especie catalogada como en peligro de extinción (P). La rana leopardo (*Lithobates brownorum*), la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*), el loro frente blanca (*Amazona albifrons*) y el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*) está catalogada como sujeta a protección especial (Pr). Por último, situadas en la categoría de amenazada (A) se identificó a la iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis*), al pavo de monte (*Meleagris ocellata*) y a la culebra perico mexicana (*Leptophis mexicanus*).

Tabla 4. 48. Especies de vertebrados registrado en el Proyecto incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción.

Nombre Científico	**NOM-059-SEMARNAT-2010**		
	A	**P**	**Pr**
Ateles geofroyi		X	
Sceloporus cozumelae			X
Ctenosaura similis	X		
Lithobates brownorum			X
Amazona albifrons			X
Chelonia mydas		X	
Eupsittula nana			X

Leptophis mexicanus	X		
Boa imperator	X		
Buteogallus anthracinus			X
Meleagris ocellata	X		
Crocodylus moreletii			X

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

En el SA se se identificaron ocho especies que, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT- 2010, poseen alguna categoría de protección (Tabla 4. 49). Estas especies son la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y el mono araña (*Ateles geofroyi*) como especies catalogada como en peligro de extinción (P). La rana leopardo (*Lithobates brownorum*), la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*), el loro frente blanca (*Amazona albifrons*), el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*), el aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*) y el cocodrilo moreletii (*Crocodylus moreletii*) como sujetas a protección especial (Pr). Por último, situadas en la categoría de amenazada (A) se identificó a la iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis*), al pavo de monte (*Meleagris ocellata*), a la culebra perico mexicana (*Leptophis mexicanus*) y a la mazacuata (*Boa imperator*).

Tabla 4. 49. Especies de vertebrados registrado en el SA incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción.

Nombre Científico	**Categoría de Protección**		
	A	**P**	**Pr**
Ateles geofroyi		X	
Sceloporus cozumelae			X
Ctenosaura similis	X		
Lithobates brownorum			X
Amazona albifrons			X
Chelonia mydas		X	
Eupsittula nana			X
Leptophis mexicanus	X		

Boa imperator	X		
Buteogallus anthracinus			X
Meleagris ocellata	X		
Crocodylus moreletii			X

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

- **Especies residentes y migratorias**

Proyecto

En lo que se refiere a las especies de importancia por su estacionalidad, se identificaron siete especies de aves migratorias que transitan por el Proyecto o usan el área como sitio de refugio/alimentación. En resumen, el 82.06% de las aves registradas poseen estacionalidad residente. La Tabla 4. 50 indica las especies registradas y su estacionalidad.

Tabla 4. 50. Estacionalidad de especies de aves registradas en el predio.

Especies	Migratoria	Residente
Amazilia rutila		X
Amazona albifrons		X
Attila spadiceus		X
Cathartes aura		X
Charadrius vociferus	X	
Coragyps atratus		X
Cyanocorax yucatanicus		X
Dives dives		X
Dryocopus lineatus		X
Dumetella carolinensis	X	
Eupsittula nana		X
Especies	**Migratoria**	**Residente**

Fregata magnificens		X
Icterus cucullatus		X
Icterus gularis		X
Leucophaeus atricilla	X	
Melanerpes aurifrons		X
Meleagris ocellata		X
Mimus gilvus		X
Mniotilta varia		X
Molothrus aeneus		X
Myiozetetes similis		X
Ortalis vetula		X
Pachyramphus aglaiae		X
Pandion haliaetus		X
Pelecanus occidentalis	X	
Piaya cayana		X
Pitangus sulphuratus		X
Pluvialis squatorola	X	
Psilorhinus morio		X
Quiscalus mexicanus		X
Rupornis magnirostris		X
Setophaga palmarum		X
Stelgidopteryx serripennis		X
Sternula antillarum	X	
Streptopelia decaocto		X
Tyrannus melancholicus		X
Vireo magister		X
Xiphorhynchus flavigaster		X

Zenaida asiatica	X	

SA

En lo que se refiere a las especies de importancia por su estacionalidad, se identificaron siete especies de aves migratorias que transitan en el área del SA . En resumen, el 83.34% de las aves registradas poseen estacionalidad residente. La Tabla 4. 51 indica las especies registradas y su estacionalidad.

Tabla 4. 51. Estacionalidad de especies de aves registradas en el SA .

Especies	**Migratoria**	**Residente**
Alaenia flavogaster		X
Amazilia rutila		X
Amazona albifrons		X
Ardea alba		X
Ardea herodias		X
Attila spadiceus		X
Buteogallus anthracinus		X
Cathartes aura		X
Charadrius vociferus	X	
Coragyps atratus		X
Cyanocorax yncas		X
Cyanocorax yucatanicus		X
Dives dives		X
Dryocopus lineatus		X
Dumetella carolinensis	X	
Especies	**Migratoria**	**Residente**
Eupsittula nana		X
Fregata magnificens		X

Glaucidium brasilianum		X
Icterus cucullatus		X
Icterus gularis		X
Melanerpes aurifrons		X
Mimus gilvus		X
Mniotilta varia		X
Molothrus aeneus		X
Myiozetetes similis		X
Ortalis vetula		X
Pachyramphus aglaiae		X
Pandion haliaetus		X
Parkesia noveboracensis	X	X
Pelecanus occidentalis	X	X
Pitangus sulphuratus		X
Pluvialis squatorola	X	X
Quiscalus mexicanus		X
Setophaga citrina		X
Setophaga palmarum		X
Setophaga petechia		X
Stelgidopteryx serripennis		X
Streptopelia decaocto		X
Tyrannus melancholicus		X
Tyrannus tyrannus	X	X
Vireo magister		X
Zenaida asiatica	X	

Fuente: GPPA., S.C. 2023.

4.3.3. Sitios de anidación de aves, refugio, alimentación y reproducción de las especies residentes, en riesgo, endémicas y migratorias

Durante los trabajos de muestreo del Proyecto y el SA no se registraron sitios particulares o zonas de anidación, refugio y alimentación de individuos de una especie o de varias especies de aves. La vegetación ofrece alimento a la fauna silvestre (frutos, semillas, insectos, néctar, etc.). No se detectó alguna zona o sitio en el área del Proyecto o SA o que sobresalga por estos eventos. En todo caso se ha observado que las especies de fauna se alimentan, se refugian y anidan en todo el Proyecto y el área del SA .

4.3.4. Conclusiones

Los esfuerzos de caracterización en el Proyecto dieron lugar a 394 registros correspondientes a 58 especies de vertebrados que pertenecen a 19 órdenes y 39 familias. Esta fauna está representada 3 especies de anfibios, 9 especies de reptiles, 39 especies de aves y 7 especies de mamíferos. Para el SA se obtuvieron 354 observaciones correspondientes a 65 especies que pertenecen a 19 órdenes y 39 familias, los cuales se dividen en 3 especies de anfibios, 14 especies de reptiles, 42 especies de aves y 6 especies de mamíferos.

Por clase estudiada, las aves representan el grupo más abundante y diverso dentro del predio y el SA . Los registros del predio representaron un 76.40% para las aves, 14.47% para los reptiles, 7.87% para los mamíferos y 1.27% para los anfibios. Para el SA el 71.75% para las aves, 14.69% para reptiles, 12.15% y 1.41%.

Para el Proyecto y el SA , la mayor frecuencia de observación y abundancia se presentó en el grupo de las aves, destacando el zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) para el Proyecto . Para el SA la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) se registró como la especie más abundante.

Las asociaciones vegetales que presentaron la mayor riqueza y diversidad fue la selva baja subcaducifolia para el Proyecto , con 33 especies observadas que corresponden al 29.94% del total de las especies registradas. Y selva mediana para el SA con 51 especies que corresponden al 73.91 de especies totales.

Para el área del Proyecto y SA , se identificaron distintas especies cuasiendémicas (que restringen su distribución a la península de Yucatán), como la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) y la

ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) y una especie endémica la cual es la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*).

Los distintos ambientes que posee tanto el Proyecto como el SA , constituyen áreas de anidación, alimentación y reproducción para las especies que habitan en la zona.

En lo que respecta a la importancia de las aves por su estacionalidad, se identificaron 11 especies de aves migratorias para el Proyecto y debido a esto, el 71.79 % de las aves registradas poseen estacionalidad residente. Para el SA se registraron 7 especies de aves migratorias, por lo cual el 83.33% de aves registradas poseen estacionalidad residente.

De las especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se identificaron doce para el SA y ocho para el Proyecto . Con especies en las tres distintas categorías.

El Proyecto y el SA son áreas que representan el territorio de especies que son consideradas especies paraguas. Como es el caso del jaguar (*Panthera onca*). El cual ayuda a la conservación del hábitat y otras especies. Es de importancia la implementación de estrategias de conservación dentro del Proyecto y el SA como son: monitoreos periódicos, instalación de cámaras trampa y pasos de fauna.

De las 75 especies totales registradas para ambas áreas, se comparten 47 especies entre el Proyecto y el SA .

4.4. Medio socioeconómico

4.4.1. Localización regional

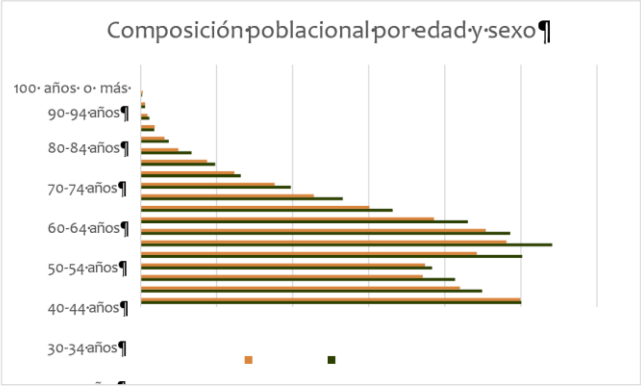
El municipio de Tulum es uno de los 11 municipios que integran el estado de Quintana Roo. Cuenta con una extensión de 2 018.6 km^2, lo que representa el 4.5% de la superficie del estado. Entre las principales localidades, para el municipio, se encuentra Tulum, que representa su cabecera municipal, el SA y el Proyecto se localizan al norte y noreste de este centro urbano.

4.4.2. Composición de la estructura poblacional

De acuerdo con los resultados del censo de población y vivienda realizado por el INEGI en 2020, el municipio cuenta con una población total de 46 721 personas, que representan el 2.5% de la población estatal. La población total se encuentra estructurada por 24 388 hombres (52.2%) y 22 332

mujeres (47.8% Gráfica 4. 50). La relación de hombres-mujeres es de 109 hombres por cada 100 mujeres. La mitad de la población cuenta con 26 años o menos. Existen 45 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva (INEGI, 2020)[108].

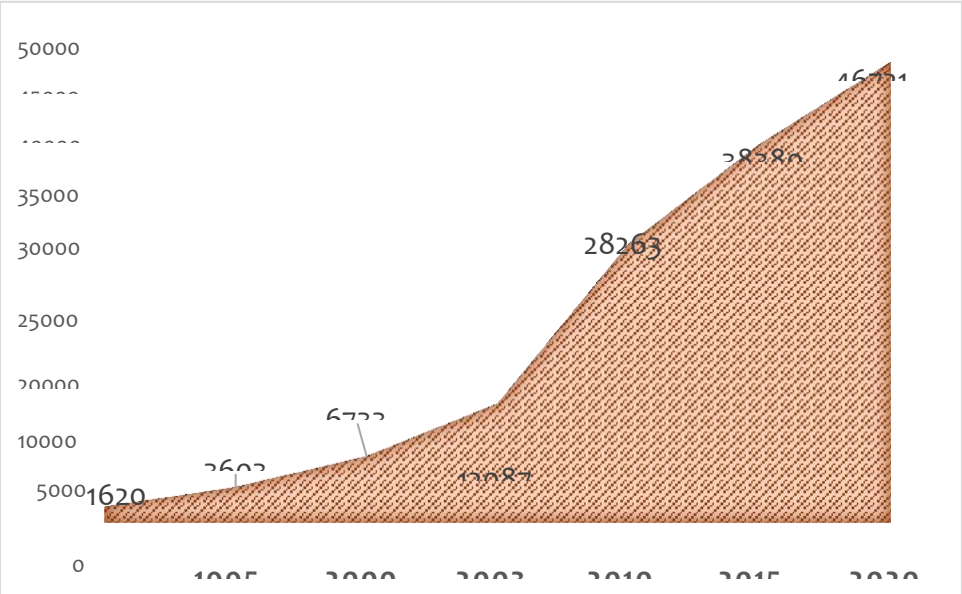
Gráfica 4. 50. Composición por edad y sexo, municipio de Tulum.



4.4.3. Crecimiento demográfico

El municipio de Tulum, es junto con los municipios de Benito Juárez y Solidaridad, los de mayor crecimiento demográfico en el país, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y Desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica. Los registros indican que este crecimiento ha sido exponencial, pasando de 28 263 habitantes en 2010 a 46 721 personas para 2020, lo que significa que la población incremento aproximadamente un 65.3% en 10 años.

Gráfica 4. 51. Crecimiento de la población en Tulum 2010 – 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2020.

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU, 2015)[109], la población del municipio de Tulum seguirá creciendo de manera acelerada, estimando que para el 2030 habrá aproximadamente 221 703 habitantes, equivalente a un crecimiento de más del 300%.

4.4.4. Distribución y densidad poblacional

La densidad de población del municipio de Tulum es de 23.1 hab/km^2; sin embargo, este valor es relativo ya que, en la cabecera municipal Tulum se concentra aproximadamente el 71% de la población, provocando concentraciones altas de población en las zonas urbanas (Tabla 4. 56).

Tabla 4. 56. Comparativa de la población total registrada en Quintana Roo, Solidaridad y Playa del Carmen.

	Quintana Roo	**Tulum (municipio)**	**Tulum (cabecera municipal)**
Habitantes	1 857 985	46 721	33 374

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2020.

La ciudad de Tulum, es hoy la ciudad a nivel nacional de mayor crecimiento poblacional. El crecimiento poblacional fue la principal razón de la creación del municipio en 2010, separándolo de Solidaridad. En la siguiente Tabla 4. 57 se presentan las principales localidades que integran este

municipio y su número de habitantes.

Tabla 4. 57. Principales localidades del municipio de Tulum.

Localidad	Habitantes
Tulum	33 374
Ciudad Chemuyil	548
Akumal	2 154
Cobá	1 738
Chanchen Primero	1 078
Francisco Uh May	1 288
San Juan	770
Macario Gómez	884
Punta Allen	393

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2020.

4.4.5. Migración

La migración se considera uno de los factores que afectan la dinámica de crecimiento y composición por sexo y edad de la población. Con la información sobre el lugar de nacimiento, para la población que residía en Tulum, que era originaria de Tulum, la componían 22 570 habitantes, 48.30% de la población total. Mientras que la población residente en el municipio nacida en una entidad distinta la integraban 22 768 personas, 48.73% de la población total. Las estadísticas señalan como principal causa de migración el trabajo y familiar, estimándose en un 64.8% para el primero y 26.1% para el segundo.

4.4.6. Vivienda y urbanización

El municipio de Tulum registra un total de 14 022 viviendas particulares ocupadas, de las cuales el 68.9% cuentan con agua entubada, 92.0% con drenaje, 95.8% con servicio sanitario, 97.5% con energía eléctrica, 80.45% con tinaco y 20.9% con cisterna o aljibe

La principal fuente de abastecimiento de agua para el municipio son los pozos profundos. El

acuífero se explota para uso público urbano por medio de 7 pozos ubicados en la parte occidental, a unos 7 km de la población y 9 km de la costa. El caudal extraído es del del orden de 1'135,296 m^3/año; adicionalmente, se tienen registrados 14 pozos preponderantemente para uso en servicios, con un caudal de extracción del orden de 41,392 m^3/año. Para uso agrícola se tiene registrado un solo pozo, con un volumen de extracción de 6,000 m^3/año y para uso doméstico se tiene registrado un pozo con un volumen de extracción del orden de 493 m^3/año.

El agua potable y el drenaje son manejados por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA), dependencia de competencia estatal. Este organismo es el encargado de la planeación, inversión, suministro y cobranza del líquido, así como del mantenimiento e introducción de redes de agua potable y alcantarillado. La insuficiencia y deficiencia en infraestructura y servicios de drenaje ha llegado a convertirse en un problema social que la comunidad existe se atienda de inmediato.

Se observa que el 90% de las áreas urbanas existentes en la localidad cuentan con este servicio, suministrado por la Comisión Federal de Electricidad. Este servicio se genera a través de la subestación eléctrica ubicada a 5 Km. de la población sobre la carretera a Cobá, y es alimentada por una línea de alta tensión de 34.5 Kv. El tipo de tendido para la distribución de la misma es de tipo aéreo con postes de concreto armado

4.4.7. Salud y seguridad social

Respecto a salud el porcentaje de población afiliada a servicios de salud el municipio de Tulum cuenta con un 60.6% de personas afiliadas a servicios de salud y 39.0% no afiliadas. La condición de afiliación se registra de la siguiente manera: 34.5% están afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 56.0% al Instituto de Saludo para el Bienestar (INSABI), EL 3.4% al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), 1.9% al Instituto Mexicano del Seguro Social Bienestar (IMSS Bienestar), 0.1% a Petróleos Mexicanos (PEMEX), el 4.1% a institución privada y el 1.4% a otra institución.

4.4.8. Educación

De acuerdo con los resultados obtenidos del censo de 2020 del INEGI, en cuanto población de 15 años y más, según nivel de escolaridad, el 14.01% cuenta con el nivel superior de educación, el 26.4% con el nivel medio superior, el 53.6% con el nivel básico, el 5.6% sin escolaridad y el 0.2% no fue

especificado. En cuanto a la tasa de alfabetización el 98.5% de la población de 15 a 24 años cuentan con la aptitud para leer y escribir, y el 93.8% de la población de 25 años y más, cuentan con la aptitud para leer y escribir

4.4.9. Aspectos económicos

Población económicamente activa y ocupada

En el municipio de Tulum, entre 2010 y 2020, la población de 12 años y más pasó de 20279 a 35 652 personas, de las cuales solo el 62.0% conforman la población económicamente activa, y el 37.7% se identifica como población no económicamente activa. De este grupo de población, el 59% son hombres y solo el 41% mujeres

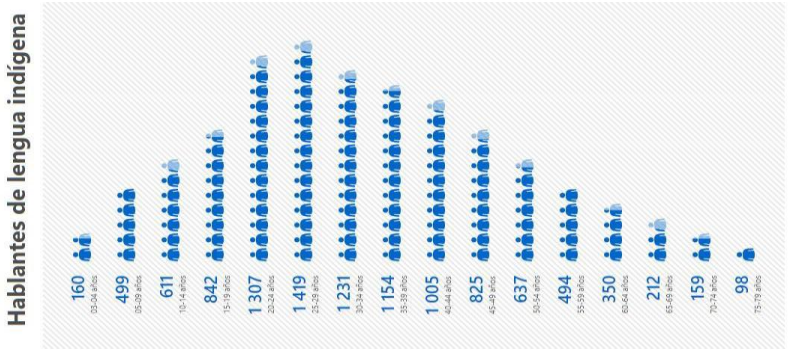
En cuanto a su distribución, la ocupación laboral se encuentra principalmente en el sector terciario, donde destacan las actividades en el sector privado y el comercio, siendo mínima la actividad económica en los sectores primario y secundario (INEGI, 2021a, citado por CONANP, 2022).

1.1.1.1. aspectos culturales

Población hablante de una lengua indígena

En el municipio de Tulum, 11,088 personas son hablantes de alguna lengua indígena, esto significa que aproximadamente el 25.42% de la población del municipio está dentro de esta categoría. Lo anterior supera el promedio estatal, que asciende al 11.69% y posiciona al municipio como el cuarto con mayor porcentaje de población hablante de una lengua indígena detrás de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y Lázaro Cárdenas. Respecto a las lenguas indígenas más frecuentes, predominan el Maya y el Tsetsal con 92.3% y 3.5% de los hablantes de lengua indígena, respectivamente.

Gráfica 4. 58. Población hablante de una lengua indígena Tulum.



4.4.10. Vestigios arqueológicos y patrimonio cultural

La Región Cultural Sureste o Área Maya conformada principalmente por la península de Yucatán, Chiapas, Belice, Guatemala y Centroamérica; tuvo su auge entre el Preclásico (200 a.C.) y el clásico tardío (600 al 900) (INAH, 2022)[110].

El municipio de Tulum posee vestigios arqueológicos de la cultura Maya, identificados y preservados. Entre los sitios arqueológicos más importantes en se encuentran: Tulum, Xel- Há y Cobá (SIC, 2022)[111]. En el SA del Proyecto únicamente se identifican la Zona arqueológica de Tulum y la Zona arqueológica Tankah.

4.4.11. Medición multidimensional de la pobreza

La medición de la pobreza permite conocer la situación social de toda población y el tipo de atención que requiere, proporcionando información importante para que las políticas públicas sean más efectivas para su reducción[112].

Considerando lo antes expuesto, y con base en la información generada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el municipio de Tulum para el 2020 presenta un índice de pobreza del 61.8%, que comparado con lo registrado para 2015 aumento en un 30% aproximadamente. Estos datos reflejan que de la población total que habita en el municipio, 28,542 se encuentran en situación de pobreza.

La población vulnerable por carencias sociales fue estimada en 13,870 personas, que corresponden con el 30% de la población total. De acuerdo al CONEVAL, una persona es vulnerable cuando presenta al menos una carencia social (educación, salud, seguridad social, vivienda, servicios básicos, alimentación).

Las líneas de pobreza por ingresos son una referencia monetaria que establece el

CONEVAL para medir el bienestar económico de la población como parte de la medición multidimensional de la pobreza. Con respecto a este indicador, el 63.8% de la población en el municipio de Tulum, cuenta con un ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos. En comparación con los datos presentados en 2015, la población con un ingreso inferior a la línea de pobreza aumento en un 27% aproximadamente.

Los servicios básicos de que disponen una vivienda son tan importantes como los materiales de los que está construida. La disponibilidad de servicios básicos afecta las condiciones sanitarias y las actividades que los residentes de la vivienda pueden deSA rollar. Se considera que una persona presenta la carencia por acceso a servicios básicos si reside en una vivienda con al menos una de las siguientes características:

- El agua se obtiene de un pozo, río, lago, arroyo, pipa; o bien, el agua entubada se adquiere por acarreo de otra vivienda, o de la llave pública o hidrante.
- No cuentan con servicio de drenaje o el desagüe tiene conexión a una tubería que va a dar a un río, lago, mar, barranca o grieta.
- No disponen de energía eléctrica.
- El combustible que se usa para cocinar o calentar los alimentos es leña o carbón sin chimenea.

Para el municipio de Tulum, 17,578 personas presentan carencia por acceso a servicios básicos, lo que representa el 38.1% de la población. Esta estimación representa aproximadamente el 10% más con relación de los valores estimados en 2015.

4.5. Paisaje

El concepto de paisaje contiene intrínsecamente, un componente visual y, por tanto, una dimensión perceptiva, aspecto que constituye un paso inicial para llegar a su entendimiento y explicación. El primer peldaño del estudio del paisaje sería la descripción de lo que se ve, dando lugar en un segundo peldaño a la interpretación y explicación. Así el paisaje puede considerarse definido por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por lo elementos que pueden ser percibidos visualmente por el hombre (relieve, tipo y estructura de las formaciones vegetales, etc.) (García Ramón, 1981; citado por Martínez, et al., 2003)[117].

De acuerdo a lo anterior, el paisaje en este apartado, es un elemento de análisis entendido desde su enfoque visual-perceptivo y para su valoración fueron evaluados tres componentes: La calidad visual, la fragilidad visual y la capacidad de absorción visual del paisaje. Para el análisis de los tres componentes se optó por establecer 13 puntos de evaluación para el Proyecto y SA (Tabla 4. 58).

- **Metodología**

Calidad visual

La calidad visual del paisaje fue determinada mediante el método propuesto por Bureau of Land Managemente (BML) de U.S.A. (1980), basado en el análisis de las categorías estéticas del terreno, este método lleva aplicándose largo tiempo en la planificación territorial. En la determinación de la fragilidad visual[118] y la capacidad de absorción visual del paisaje[119], se utilizó una adaptación de los métodos propuestos por Escribano et al., (1987)[120] y la técnica basada en la metodología de Yeomans (1986)[121], respectivamente.

Los criterios de valoración de la calidad escénica aplicados por BML se presentan en la Tabla 4. 59 y la clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual según la suma total de puntos obtenida de la valoración de los criterios se presenta en la Tabla 4. 60.

Tabla 4. 59. Criterios de valoración para la calidad escénica del paisaje.

Componente	**Criterios de Valoración y Puntuación**		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Puntuación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Puntuación	5	3	1

Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
Puntuación	5	3	1
Cuerpos de agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Puntuación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Puntuación	5	3	0
Componente	**Criterios de Valoración y Puntuación**		
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Puntuación	6	2	1
Actuaciones humanas	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica
Puntuación	2	0	0

Fuente: Elaboración propia, con información de BLM.

Tabla 4. 60. Clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual.

Clase	Descripción	Puntaje
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	19 a 33
	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.	

Clase B		12 a 18
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	0 a 11

Fuente: Elaboración propia, con información de BLM.

Fragilidad visual

Los criterios de valoración de la fragilidad visual aplicados por Escribano se presentan en la Tabla 4. 61 los intervalos de valores de calificación y la connotación para la fragilidad visual se presentan en la Tabla 4. 62.

Tabla 4. 61. Criterios para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje.

Factores	**Elementos**	**Fragilidad**		
		Alta	**Media**	**Baja**
Biofísico	Pendientes	Pendientes de más de 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, y terrenos con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 y 15%, plano horizontal de dominancia.
	Puntuación	5	3	1
	Densidad vegetación	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia de estrata herbácea.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrata arbustiva.	Grandes masas boscosas. 100% de cobertura.
	Puntuación	5	3	1
	Contraste vegetación	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes.	Mediana diversidad de especies, con contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alta diversidad de especies, fuertes e interesantes contrastes.
	Puntuación	5	3	1
	Alturas de la vegetación	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura o Sin vegetación.	No hay gran altura de las masas (< 10 m), ni gran diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
	Puntuación	5	3	1
		Fragilidad		

Factores	Elementos	Alta	Media	Baja
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 500 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (500 a 2000 m), dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>2000 m)
	Puntuación	5	3	1
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual o muy restringida.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Puntuación	5	3	1
	Compacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta huecos, ni elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un porcentaje moderado.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
	Puntuación	5	3	1
Singularidad	Unicidad del paisaje	Paisaje singular, notable, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje interesante pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterado.
	Puntuación	5	3	1
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual vistas escasas o breves.
	Puntuación	5	3	1
	Física	Localizado a corta distancia de carretera, caminos locales, poblados o zona habitadas.	Localizado en zona con caminos secundarios, poco transitados.	Localizado en predio privado con acceso restringido, zonas sin caminos públicos.
	Puntuación	5	3	1

Fuente: Elaboración propia, con información de Escribano, et al, 1987; Yeomans, 1986.

Tabla 4. 62. Clasificación de la fragilidad visual.

Clasificación	Connotación visual del área	Puntaje
Fragilidad visual alta	Área sensible frente a intervenciones, con nula o mínima capacidad para absorber impactos	34 - 45
Fragilidad visual media	Área medianamente sensible frente a intervenciones. Capacidad media de absorción de impactos	21 – 33
Fragilidad visual baja	Área capaz de absorber impactos visuales, dada su composición u organización. La incorporación de nuevos elementos no alteraría significativamente las características del área	9 - 20

Fuente: Elaboración propia, con información de Escribano, et al, 1987; Yeomans, 1986.

Capacidad de absorción visual

La valoración de la capacidad de absorción visual del paisaje se realiza a través de factores de los medios físico y biótico, los que se cualifican y combinan en la siguiente expresión:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = Pendiente.
E = Erosionabilidad capacidad de regeneración de la vegetación.
R = Potencial estético.
D = Diversidad de la vegetación.
C = Contraste de color de suelo roca.
V = Actuación humana.

La escala de referencia para la evaluación se muestra en la Tabla 4. 63 y los puntajes asignados a cada condición para la valoración de la capacidad de absorción visual se presentan en la Tabla 4. 64.

Tabla 4. 63. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual.

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1

Pendiente (P)	Inclinación suave (25–55% de pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales. Sin vegetación o monoespecífica	Bajo	1
	Mediana diversidad, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilida d (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgo bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Actuación humana (V)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Fuente: Elaboración propia, con información de Escribano, et al, 1987; Yeomans, 1986. Tabla 4. 64.

Escala de referencia para la determinación de la capacidad de absorción visual.

Nominal	Numérico
Bajo	<15

Los resultados del inventario de recursos visuales del Proyecto y SA son los siguientes:

- **Pendiente:** Predominan las zonas a nivel del mar, y prácticamente planas en su totalidad.
- **Vegetación:** Debido a que el Proyecto y SA se encuentran insertos en una zona de Desarrollo urbano y turístico, se observan áreas en donde la vegetación se ha visto fragmentada y perturbada, sin embargo, también es posible observar extensas áreas de vegetación bien conservada, con variedad de tipos de vegetación.
- **Cuerpos de agua:** No son perceptibles los cuerpos de agua, sin embargo, el

Proyecto y el SA se encuentran inmersos en una zona con alta presencia de cenotes. Por otro lado, ambas áreas de estudio (Proyecto y SA), colindan con el mar Caribe.

- **Acción antrópica:** Existe presencia y modificación del paisaje debido a este factor, la principal actividad productiva de la región (turismo), demanda la utilización de grandes extensiones de terrenos para este fin y el Desarrollo urbano.
- **Fondo escénico:** Cierta superficie del Proyecto y SA colindan con el mar Caribe, lo que potencializa la significancia visual del sitio. También se observa el paisaje característico de la selva tropical.
- **Variabilidad cromática:** La variabilidad cromática se remite a tres aspectos bien definidos, los tonos verdes para la vegetación, los pardos para el suelo y los azules del mar Caribe.
- **Singularidad o rareza:** Presenta rasgos característicos particularmente en la zona de costa, por la influencia del mar Caribe y la presencia de algunas zonas altas de costa rocosa.

4.5.1. Descripción del análisis de la evaluación

El paisaje del Proyecto y SA se encuentra dominado por formas de relieve planas, con comunidades de vegetación que, en determinadas áreas, han sido fragmentadas y perturbadas en mayor o menor grado, para dar paso al Desarrollo turístico, que se presenta principalmente en la zona costera del Proyecto , y el Desarrollo urbano, asociado al crecimiento de la cuidad de Tulum localizada en el SA . Como resultado de estas modificaciones, se han afectado – en sectores específicos – componentes originales del paisaje. Sin embargo, tanto en el Proyecto , como en el SA , aún se registran grandes superficies de masas forestales que se observan con un buen grado de conservación; en particular, para la superficie del Proyecto , esta condición puede estar relacionada con el estatus de protección con el que cuenta, al ser parte del sistema de áreas naturales protegidas federales.

La principal interferencia a la accesibilidad visual identificada, es debida al Desarrollo urbano, sin embargo, hacia el norte, la morfología permite la visibilidad de grandes áreas de comunidades vegetales y hacia el este, del mar Caribe.

Con relación a los elementos antrópicos, para el Proyecto , las principales actuaciones identificadas son los Desarrollos hoteleros localizados en la zona de costa y las vialidades que conectan a estos, así como a la zona arqueológica, con la zona urbana y carretera federal. De igual manera, se observa infraestructura asociada a instituciones gubernamentales, la base aeronaval de Tulum y aeropista.

En cuanto al SA , además de Desarrollo hoteleros, se identifica el Desarrollo comercial y habitacional de la ciudad de Tulum, así como la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez y caminos secundarios de acceso.

Considerando lo anterior, se puede decir que, en el SA , no así en el Proyecto , el área se encuentra modificada en una considerable porción por las actividades humanas, siendo la influencia más importante la relacionada con la expansión de la mancha urbana que poco a poco ha reemplazado los sitios naturales con asentamientos humanos. En la superficie del Proyecto , si bien se ha perdido cierto grado de naturalidad, derivado de las modificaciones al entorno realizadas por las actuaciones humanas, estas no logran disminuir la calidad visual y ambiental del conjunto.

De acuerdo a la valoración realizada, el Proyecto y SA cuentan con una capacidad de absorción visual alta, por lo que las obras y actividades consideradas a deSA rollarse no generarán efectos adversos, ni alteraciones del componente paisaje de manera significativa. Cabe señalar que el área analizada ya presenta cierta influencia humana, con actuaciones históricas que cambiaron la estructura natural original. Aunado a lo anterior, en la mayoría de los casos, para la instalación de la infraestructura relacionada con el Proyecto , se ha considerado la utilización de áreas que ya presentan cierta intervención humana, disminuyendo con ello el impacto ambiental que podría generarse. Finalmente, de acuerdo a la evaluación realizada, el Proyecto y SA presenta una fragilidad visual media, lo que significa que acepta modificaciones en su estructura, sin afectar de manera significativa su valor visual.

4.6. Diagnóstico ambiental

El SA del Proyecto se localiza en un polígono de aproximadamente 4006.54 ha, en el municipio de Tulum, Quintana Roo. En la siguiente Tabla 4. 69, se presenta un resumen de los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA , que sustentan este diagnóstico ambiental.

Tabla 4. 69. Resumen de los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicas del SA .

Elemento	Descripción características SA
Fisiografía	Subprovincia Carso Yucateco
Geología y geomorfología	Rocas sedimentarias del Cenozoico
Clima	Aw1(x´) y Aw2(x')

Litología	Formación Carrillo Puerto
Edafología	Litosol
Hidrología e hidrogeología	Región Hidrológica Administrativa 32, acuífero de Yucatán en la Planicie Interior
Zona costera	Sectores abrasivos con Desarrollo de terrazas rocosas y acantilados activos y sectores acumulativos con sistema de playa-dunas.
Batimetría	Profundidades que van de los 0 a los 5.5 m
Uso de suelo y vegetación (principales componentes)	Selva mediana, uso urbano, selva baja subcaducifolia y selva baja subperennifolia
Flora	Se registran 100 especies, de las cuales 12 son endémicas y 8 se encuentran bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Fauna	Se registran 65 especies, de las cuales 3 son consideradas endémicas y 12 se encuentran bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Hábitats bentónicos	Predominan los sedimentos y macroalgas en piso lagunar sobre primer nivel de terraza.
Elementos socioeconómicos	Municipio de Tulum
Paisaje	Pérdida del grado de naturalidad, pero alta capacidad de absorción visual

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Respecto a los componentes abióticos del SA , la potencial interacción del Proyecto con estos se deberá a las condiciones propias de la localización del mismo. Ejemplo de lo anterior son las condiciones climáticas o aspectos morfológicos que deberán considerarse en los procesos constructivos y operativos del Proyecto .

Por otro lado, el SA se localiza en un área que presenta cierta susceptibilidad a fenómenos de origen geológico e hidrometeorológico. Los procesos perturbadores que se identifican de mayor relevancia son: Los hundimientos, erosión kárstica, ciclones tropicales e inundaciones. Algunos de ellos se han registrado de manera histórica a nivel municipal, estatal y peninsular, tal es el caso de los ciclones tropicales e inundaciones, y para los otros, erosión kárstica y hundimientos, su manifestación está relacionada principalmente con las características geológicas del área y la influencia humana. De acuerdo a lo anterior se requerirá de incorporar medidas de actuación ante

contingencias ambientales derivadas de fenómenos geológicos e hidrometeorológicos al implementar cualquier Proyecto o actividad en su interior.

Tabla 4. 70. Procesos perturbadores y su rango de peligrosidad identificados para el SA .

Proceso perturbador	Susceptibilidad o vulnerabilidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Actividad volcánica					
Sismicidad					
Tsunamis o maremotos					
Deslizamientos					
Derrumbes*					
Hundimientos					
Fallas y fracturas					
Erosión kárstica					
Ciclones tropicales					
Inundaciones					
Sequías					

*Fuente: Elaboración propia, 2023. * En zonas muy específicas del SA , en donde se presenta un relieve topográfico de 3 a 9 m, pendientes abruptas o en cortes tipo acantilado registrados en la zona costera.*

En el SA no se registran procesos de erosión hídrica y eólica, pero si procesos de erosión química y física, siendo la principal causa la deforestación. También se establece que, respecto al recurso hídrico se cuenta con disponibilidad para su aprovechamiento, registrándose un grado de presión baja y una calidad del agua subterránea aceptable; para el agua en la zona costera la calidad se identifica como buena. Se reconoce que el acuífero, respecto a la contaminación, presenta un grado de vulnerabilidad de muy alto a extremo, derivado de las características de gran fracturamiento y alta permeabilidad que presenta la roca, por lo que se deberán considerar medidas que permitan

conservar su condición natural.

Relacionado con el cambio climático, se identifica que la erosión costera, es el efecto con mayor visibilidad en el SA , el cual es un proceso que se registra desde hace tiempo y de forma generalizada para las costas de Quintana Roo. Aunque a nivel nacional el municipio de Tulum, donde se localiza el SA , no se registra como una municipalidad vulnerable al cambio climático, sin embargo, derivado del aumento del nivel del mar y por los efectos que origina, se reconoce que es vulnerable.

Respecto a los elementos bióticos, en el SA , destaca por su extensión, la selva mediana ocupando el 23.86% de la superficie, en segundo lugar, el uso urbano con 19.55%, en tercer lugar, la selva baja subcaducifolia con 16.13% y en cuarto lugar la selva baja subperennifolia con 12.90%. Entre los usos de suelo y vegetación relevantes por las especies que potencialmente podrían encontrarse ahí, así como por los servicios ambientales que prestan, se encuentra el manglar y manglar mixto con un porcentaje en conjunto aproximadamente del 6.68% del SA y la vegetación de duna costera que ocupa solo el 0.53% de este. Se identifican también cenotes característicos de la región, ocupando solo el 0.12% del SA . La vegetación secundaria de selva mediana (1%), selva baja subcaducifolia (5.25%) y selva baja subperennifolia (0.18%) se distribuye en el 6.42% del SA . También fue posible identificar algunas zonas quemadas en el 0.14 del SA , lo que evidencia procesos de perturbación de la cobertura vegetal natural. Por último, la infraestructura (vialidades y el sector turístico hotelero existente) ocupa casi el 3.69% del SA , denotando la influencia antrópica que actualmente existe en éste.

Con relación a las especies vegetales registradas durante el estudio de caracterización realizado, se cuenta con el reporte de 100, que corresponden al 28.49% de los registros reportados a nivel estatal, 10.55% a nivel municipal, 72.46% a nivel PN Tulum y 25% a nivel APFF Jaguar. De éstas 12 especies fueron reconocidas como endémicas y 8 consideradas en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que representa 6.18% y 13.63% de las especies reportadas para Quintana Roo, bajo estas clasificaciones.

Las especies endémicas observadas corresponden con: despeinada (*Beaucarnea pliabilis*), sakpa' (*Byrsonima bucidifolia*), palma nakás (*Coccothrinax readii*), pak che' (*Croton arboreus*), xu'ul de montaña (*Lonchocarpus yucatanensis*), yaax pich (*Mariosousa dolichostachya*), sak itsa' (*Neomillspaughia emarginata*), bejuco prieto (*Platymiscium yucatanum*), xkaax (*Ramdia longiloba*), crucetillo (*Randia truncata*), ch'een peek (*Serjania yucatanensis*) y kan'chunup (*Thouinia*

paucidentata). Las especies en la NOM-059- SEMARNAT-2010, corresponden con: Mangle negro (*Avicennia germinans*), despeinada (*Beaucarnea pliabilis*), palma nákas (*Coccothrinax readii*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), palma kuká (*Pseudophoenix SA gentii*), mangle rojo (*Rhizphora mangle*) y palma chit (*Thrinax radiata*). Todas se encuentran clasificadas con categoría de amenazada. Cabe señalar que, de éstas últimas, el 62.5% cuentan con un rango de distribución que es considerado como amplio, aunado a que, en el caso de las especies de manglar cuentan con un nivel de protección mayor, derivado de los instrumentos jurídicos ambientales existentes.

Considerando el análisis del estado de la vegetación, con relación a los a tres criterios: a) grado de fragmentación, b) actividad antrópica y c) afectación de origen natural, se procedio a definir la calidad ambiental (grado de conservación que registra el Proyecto y SA . Debido a que se busca reflejar las condiciones naturales relacionadas con las comunidades vegetales, no se consideraron para el análisis los asentamientos urbanos, el cuerpo de agua marina y la zona arqueológica de Tulum, por lo que es reportado como nulo.

Como se puede observar, en general el SA del Proyecto presenta un grado de conservación de medio a alto (67.24% de la superficie), en donde la vegetación conserva tanto su estructura y función, así como los servicios ambientales que presta. Y las zonas clasificadas con bajo grado de conservación, están relacionadas principalmente a las superficies que históricamente registran una intervención derivada de la actuación humana. De manera particular el Proyecto , en mayor medida, pretende el aprovechamiento de superficies con esta categoría, para generar el menor impacto posible, en áreas que registran una calidad ambiental tanto media como alta.

En cuanto a las especies de fauna registradas, se cuenta con el reporte de 58 para el Proyecto y 65 para el SA , que corresponden al 7.89% (SA) y 7.04% (Proyecto) de los registros reportados a nivel estatal, 11.11% (SA) y 9.91% (Proyecto) a nivel municipal, 20.31% (SA) y 18.12% (Proyecto) a nivel PN Tulum y 18.73% (SA) y 16.71% (Proyecto) a nivel APFF Jaguar. De éstas 3 especies fueron reconocidas como endémicas y 12 consideradas en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT- 2010, lo que representa 7.69% y 6% de las especies reportadas para Quintana Roo, bajo estas clasificaciones.

Las especies endémicas observadas corresponden con: la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*), chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) y ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*). Las

especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, corresponden con: *Sceloporus cozumelae* (lagartija espinosa de Cozumel), *Lithobates brownorum* (rana leopardo), *Amazona albifrons* (loro frente blanca), *Eupsitula nana* (perico pecho sucio), *Buteogallus anthracinus* (águila negro menor) y *Crocodylus moreletii* (cocodrilo de pantano) en categoría de sujeta a protección especial; *Ctenosaura similis* (iguana espinosa rayada), *Leptophis mexicanus* (culebra perico), *Boa imperator* (mazacuata) y *Meleagris ocellata* (pavo ocelado) en categoría de amenazadas; *Ateles geofroyi* (mono araña) y *Chelonia mydas* (tortuga verde) en categoría de en peligro de extinción. Cabe señalar que, de éstas últimas, el 90% cuentan con un rango de distribución que es considerado como amplio.

Considerando lo anterior, se observa que, el ambiente predominante en el Proyecto y SA corresponde con espacios naturales (selvas, manglar, etc.). Lo anterior, en conjunto con los resultados de los estudios de caracterización florística y faunística del Proyecto , en los que se identifican múltiples especies endémicas y en alguna categoría de protección de la NOM- 059-2010-SEMARNAT; muestran que el estado de conservación del sistema es bueno, pero que existen algunos elementos dentro del mismo que podrían condicionar su calidad. Entre estos elementos se encuentran vías de comunicación, la mancha urbana del municipio de Tulum y los Desarrollos turísticos en la zona costera.

Esto se confirma con el Índice de Integridad del Paisaje Forestal, el Índice de Integridad Ecológica y el Índice de Naturalidad, que indica que el SA del Proyecto cuentan con una integridad de media a alta en la mayor parte de su superficie.

El SA del Proyecto se localiza muy cercano a lo que se ha caracterizado como "corredores biológicos y áreas prioritarias para la protección del jaguar" Lo anterior se corrobora con la identificación de esta especie en uno de los Proyecto s autorizados en materia de impacto ambiental con interacción directa con el SA . De acuerdo con datos de CENJAGUAR, en el norte de la Península, se estima una densidad de 2.6 a 6.5 individuos de jaguar por cada 100 km^2. Por lo tanto, es de vital interés considerar estrategias de preservación y monitoreo de este félido dentro y fuera del Proyecto .

Por otro lado, de acuerdo con los resultados del análisis de paisaje, el SA del Proyecto ha sufrido modificaciones importantes de las condiciones naturales por lo que se ha perdido cierto grado de naturalidad. Si embargo, existe una alta capacidad de absorción visual para las obras y actividades del Proyecto .

Para el medio marino, los hábitats bentónicos predominantes que registra el SA del Proyecto son los sedimentos y macroalgas en piso lagunar sobre primer nivel de terraza. De acuerdo al índice de evaluación de la salud de los arrecifes, su calidad se define como pobre (apartado 4.3.2.1 Antecedentes, del medio biótico), ya que el área registra una baja cobertura de coral, alta cobertura de macroalgas carnosas, y baja biomasa de peces herbívoros y peces comerciales.

Con el objetivo de definir la capacidad intrínseca de los elementos naturales que integran el SA , para enfrentar los agentes de cambio, basado en la fortaleza propia de sus componentes (bióticos y abióticos) en conjunto con la capacidad y velocidad de regeneración del medio (resiliencia), se procedió a definir la susceptibilidad o vulnerabilidad de estos, considerando para ello el análisis del estado actual, con relación a tres criterios:

a) susceptibilidad a eventos naturales, b) susceptibilidad al Desarrollo antrópico y c) normatividad ambiental que establece niveles de protección. Debido a que se busca reflejar la susceptibilidad en este caso, de los ecosistemas en estado natural, no se consideraron para el análisis los asentamientos urbanos y la zona arqueológica de Tulum, por lo que es reportado como nulo.

Tabla 4. 72. Superficies de los grados de fragilidad ambiental que registra el Proyecto y SA .

Fragilidad ambiental	ha	%
Fragilidad alta	622.50	14.46
Fragilidad baja	263.97	6.13
Fragilidad media	2571.97	59.75
Nulo	845.88	19.65
Total	**4304.32**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se puede observar, en general el SA del Proyecto presenta un grado de fragilidad ambiental de media a alta (74.21% de la superficie). La fragilidad alta se relaciona con ecosistemas sensibles, como es el caso de los humedales con comunidades de manglar, los ecosistemas en el litoral costero, formaciones kársticas, etc. Y al igual que en la calidad ambiental, se considera con fragilidad baja a las zonas que presentan un grado de actuación antrópica. Para evitar favorecer el deterioro de las condiciones ambientales en los ecosistemas identificados con una fragilidad ambiental media y alta, el Proyecto considera las medidas neceSA ias para prevenir, mitigar o compenSA , según sea el

caso, los impactos ambientales esperados en cada una de sus etapas.

Con relación al aspecto socioeconómico, el SA del Proyecto , se localiza en uno de los municipios más jóvenes del estado de Quintana Roo, el que registra uno de los mayores crecimientos demográficos para el país, concentrándose la mayor densidad de población en su cabecera municipal, la ciudad de Tulum. Su principal actividad económica está basada en la actividad turística, motivación fundamental para la fuerte inmigración que registra el municipio, lo que ha acelerado el incremento de la población. Tulum, se posiciona como el cuarto municipio a nivel estatal con mayor porcentaje de población hablante de lengua indígena, siendo el 25.42% de la población que registra el municipio. En cuanto a la medición multidimensional de la pobreza, a nivel municipal se tiene que el 61.8% de la población en situación de pobreza, el 30% de la población se encuentra vulnerable por carencias sociales y el 38.1% de la población presenta carencias por accesos a servicios básicos.

Cabe indicar que, no en el Proyecto , pero si en el SA , se proyecta un mayor Desarrollo urbano y turístico del registrado actualmente, de acuerdo a lo establecido en los instrumentos de ordenamiento urbano vigentes.

5. Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales.

5.1. Identificación de impactos

En cumplimiento con lo establecido en el artículo 12 fracción V del Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en el presente capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales que se pueden presentar a partir de la implementación del Proyecto en el Parque Nacional Tulum.

El artículo 3 de La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental define al impacto ambiental como "la modificación del ambiente causada por la acción del hombre o de la naturaleza" por lo tanto establece que cualquier Proyecto de Desarrollo que pueda dañar el equilibrio ecológico o exceder normas de protección ambiental debe ser sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

Este capítulo identifica y evalúa los impactos ambientales y sociales que se presentarán durante las diferentes etapas del presente proyecto. Para tal efecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto.

La aplicación metodológica sugiere por una parte, los sistemas ecológicos naturales y por otra parte, las acciones del proyecto en sí, de tal manera que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

Las acciones derivadas del proyecto para aplicación de la siguiente metodología responden a los criterios siguientes: son significativos, son independientes y son medibles.

Para la identificación de las acciones se inicio con una revisión bibliográfica de documentos existentes para el área donde incide el proyecto, tales como fotos satelitales, situación legal, entre otros. Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron visitas al lugar para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por el promovente.

La importancia de la correcta evaluación y mesura de los impactos radica en que, a base a los resultados obtenidos se determina si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. En este proyecto se emplea una metodología sencilla pero que a barca los principales aspectos ambientales de evaluación. Esta metodología cuantifica los impactos ambientales del proyecto por medio de cálculos, simulaciones, medidas y estimaciones, propiciando la identificación de las actividades que se llevaran a cabo durante distintas etapas de ejecución del proyecto que pudieran provocar impactos, y específicamente identifica los impactos ambientales ocasionados en cada uno de los componentes.

5.1.1. INDICADORES DE IMPACTO.

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales.

Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración del ambiente resultante de la acción del hombre, mientras que un impacto es la alteración significativa del ambiente. El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales. Según esta definición, un impacto puede ser positivo o negativo. Los impactos se consideran significativos cuando superan los estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio profesional, valoración económica, ecológica o social, entre otros criterios.

Para criterios de este trabajo se toma como indicadores de impacto a los componentes del sistema ambiental o social que resulten afectados por el proyecto. Los efectos pueden ser positivos o negativos y variar según las etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación de impacto ambiental, por tal razón se dividirá el proyecto en varias etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso.

Para evaluar los efectos producidos por el proyecto en sus diversas etapas sobre los componentes ya sean físicos, químicos, bióticos, ambientales o socioeconómicos, han sido seleccionados los

indicadores ambientales mostrados en la tabla 5-1, y las respectivas actividades que generan los impactos se presentan en la tabla 5-2.

COMPONENTE	INDICADOR
Abióticos (Físicos y Químicos)	Calidad del aire Calidad del Suelo Estabilidad del Suelo Calidad del Agua subterránea Emisiones de ruido
Bióticos (flora y fauna)	Vegetación terrestre Estructura del Paisaje Distribución de la fauna terrestre Hábitat terrestre Especies catalogadas en la NOM-059 Microclima
Socioeconómicos	Oportunidades de empleo Requerimiento de servicios Calidad sanitaria del ambiente Calidad de vida

	Centro de convenciones	Jacuzzi
Preparación del sitio	Desmantelarían de infraestructura existente Nivelación	
Construcción	Construcción centro de convenciones	Excavación Construcción Instalaciones
Operación y Mantenimiento	Operación y mantenimiento general	Operación y mantenimiento de jacuzzi

5.1.2. LISTA DESCRIPTIVA DE LOS INDICADORES DE IMPACTO.

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

Calidad del Aire: Este indicador es de fácil medición y control. Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto. También se refiere a la dispersión de partículas suspendidas (polvos) producto del rodamiento de vehículos y maquinaria en el sitio y por el transporte de material pétreo.

Calidad del suelo: Evalúa los daños producidos por el lixiviado de residuos en general. Se entiende también como las modificaciones que sufre el suelo debido a los cambios en el relieve como pueden ser cortes o rellenos de material.

Estabilidad del suelo. Son las modificaciones que ocasionara el proyecto en cuanto a

hundimientos y deslizamientos en el sitio.

Calidad del Agua subterránea: Se refiere a las afectaciones que pueda recibir el agua subterránea debido a infiltración o vertido accidental de contaminantes tales como lixiviados, agua residual sin tratamiento, derrames accidentales de aceites o combustibles, etc.

Emisión de ruido: Corresponde al generado por los vehículos y maquinara utilizada en las fases del proyecto.

Vegetación terrestre: Para medir este indicador se utiliza el grado de afectación o daño producido a la capa vegetal en cuanto a la pérdida de superficie (en porcentaje de desmonte) y al tipo de vegetación afectada (vegetación secundaria, selva baja, matorrales, pastizales etc.).

Estructura del paisaje: El paisaje es un componente complejo dentro del ámbito ambiental, es concebido como una unidad espacial y temporalmente pluriescalar caracterizada por unos patrones de distribución, funciones y una red de flujos de materia, energía e información. La estructura del paisaje se refiere a las afectaciones que tendrá el paisaje producto de las actividades del proyecto.

Fauna Terrestre: Hace énfasis a los efectos directos que tendrá la fauna por las actividades del proyecto, como el desplazamiento hacia otras zonas, colonización y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio, muerte accidental de algunos animales (atropellamiento).

Hábitat terrestre: Indica la eliminación, reducción o deterioro de sitios de resguardo de las especies terrestres localizadas en el sitio.

Especies protegidas: Daños que pudieran sufrir las especies vegetales y animales incluidas en NOM-059-SEMARNAT-2001 que estuvieran presentes en el área del proyecto.

Microclima. Un microclima es un clima local de características distintas a las de la zona

en que se encuentra. El microclima es un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un contorno o ámbito reducido. Este indicador hace referencia a las modificaciones locales de los distintos microclimas del sitio. Puede decirse que es el clima a pequeña escala que afecta directamente a una comunidad.

Empleo. Se refiere a las oportunidades de empleo que generara el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos.

Requerimiento de Servicios: Hace referencia a servicios adicionales que se requiera contratar tales como renta de sanitarios, recolección de basura, renta de maquinas.

Calidad Sanitaria del Ambiente: Indica las condiciones ambientales del sitio y de las zonas aledañas por efecto de las actividades inherentes del proyecto. Se evalúan las condiciones de los servicios ambientales en la zona tales como: presencia de residuos sólidos, generación de olores, gases, proliferación de fauna nociva y presencia de residuos peligrosos. La calidad del ambiente debe permitir a los habitantes futuros llevar una vida sana, manteniendo en buenas condiciones al componente medioambiental.

Calidad de vida: Se refiere a las condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región, que serán afectados por el proyecto. La calidad de vida se refiere a los servicios básicos tales como electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud, servicios de sanidad (recolección de basura, tratamiento de agua residual, etc.).

5.1.3.CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

La valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, las matrices creadas en el presente trabajo en donde se relacionen dichos aspectos, nos permitirá obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

Se procederá a evaluar los impactos identificados, por medio de matrices, de acuerdo con los criterios de evaluación carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc

Se emplean los siguientes criterios para la evaluación de los impactos:

Carácter del impacto (CI): se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.

Intensidad del impacto (I): representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.

Extensión del impacto (EX): se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

Sinergia (SI): este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.

Persistencia (PE): refleja el tiempo en supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.

Efecto (EF): se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.

Momento del impacto (MO): alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.

Acumulación (AC): este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Recuperabilidad (MC): se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto.

Reversibilidad (RV): hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales.

Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

Con el establecimiento de los criterios con los que se evaluaran los impactos, se procede con los valores que podría adquirir cada criterio con respecto al impacto evaluado, esto con el fin de que el impacto adquiera un valor del impacto en unidades cuantitativas y mesurables que nos permitan hacer la correcta evaluación y análisis de los alcances de cada impacto

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(CI)	**Carácter del impacto.**			
	Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	**(+)** **(–)** **(X)**	Positivo. Negativo. Previsto.	Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
(I)	**Intensidad del impacto.**			
	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito especifico en que actúa.	**(1)** **(2)** **(4)** **(8)** **(12)**	Baja. Media. Alta. Muy alta. Total	Afectación mínima. Destrucción casi total del factor.
(EX)	**Extensión del impacto.**			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	**(1)** **(2)** **(4)** **(8)** **(+4)**	Puntual. Parcial. Extenso. Total. Crítico.	Efecto muy localizado. Incidencia apreciable en el medio. Afecta una gran parte del medio. Generalizado en todo el entorno El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	**Sinergia.**			

	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	**(1)** **(2)** **(4)**	No sinérgico Sinérgico Muy sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor. Presenta sinergismo moderado. Altamente sinérgico
(PE)	**Persistencia.** Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	**(1)** **(2)** **(4)**	Fugaz. Temporal. Permanente.	($<$ 1 año). (De 1 a 10 años). ($>$ 10 años).
(EF)	**Efecto.**			
	Denominación o significado del criterio	**Valor**	**Clasificación**	**Impacto**
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.	**(1)** **(4)**	Directo o primario. Indirecto o secundario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta. Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
(MO)	**Momento del impacto.** Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	**(1)** **(2)** **(4)** **(+4)**	Largo plazo. Mediano Plazo. Corto Plazo. Crítico,	El efecto demora más de 5 años en manifestarse. Se manifiesta en términos de 1 a 5 años. Se manifiesta en términos de 1año. Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	**Acumulación.** Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	**(1)**	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
(MC)	**Recuperabilidad.**			

	Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial	**(1)** **(2)** **(4)**	Recuperable de inmediato. Recuperable a mediano plazo. Mitigable.	El efecto puede recuperarse parcialmente.
	Denominación o significado del criterio	**Valor**	**Clasificación**	**Impacto**
	del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iníciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.	**(8)**	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV)	**Reversibilidad.**			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	**(1)** **(2)** **(4)**	Corto plazo. Mediano plazo. Irreversible.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año. Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años. Imposibilidad o dificulta extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR)	**Periodicidad.**			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	**(1)** **(2)** **(4)**	Irregular. Periódica. Continua.	El efecto se manifiesta de forma impredecible. El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente. El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
Valoración cuantitativa del impacto				
(IM)	**Importancia del efecto.**			
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	**IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]**		
(CLI)	**Clasificación del impacto.**			
	Partiendo del análisis del rango de la variación del mencionado importancia del	**(CO)** **(M)**	**COMPATIBLE** **MODERADO**	Si el valor es menor o igual que 25 si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50

	efecto **(IM)**.	**(S)**	**SEVERO**	si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75
		(C)	**CRITICO**	Si el valor es mayor que 75

5.1.4. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS

Los impactos ambientales sobre los componentes del medio ambiente son el resultado de las acumulaciones de impactos de diversa magnitud y alcance. Además el medio donde se llevaran a cabo dichas actividades podría variar de un proyecto a otro Entonces cada medio receptor tendrá una mayor o menor capacidad para responder ante los efectos producidos por las actividades derivadas del proyecto.

Entonces podríamos decir que los impactos varían en cuanto a número e intensidad debido a los siguientes factores:

- Las características propias del proyecto: tales como magnitud y duración de las actividades entre otras.
- Las características propias del medio donde se llevara a cabo el proyecto.

Partiendo de lo anterior es importante identificarlos impactos mientras se examina detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio, esto con la ayuda de los valores asignados de la metodología empleada para poder cuantificar los impactos que no siempre resultan medibles, y así como la tecnología usada en la ejecución del proyecto, los materiales de construcción necesarios, servicios de transporte de carga requerido, soluciones para reducir las emisiones de polvo, las soluciones ingenieriles para minimizar la erosión y el acarreo de sedimentos por las aguas de escorrentía, entre otros aspectos.

Analizando cada factor ambiental se enumeran a continuación los impactos que pudieran incidir en dichos factores. Cada factor tiene relacionado una o varias actividades de obra que causan algún efecto sobre él, estos efectos son enumerados, y posteriormente son analizados en una matriz donde se le asigna un valor dependiendo del criterio sobre el cual es calificado. Se enlistan a continuación los impactos identificados sobre cada componente en la tabla 5-4.

Dado que las condiciones del medio en donde se encuentra el Proyecto y donde se pretende realizar

el Proyecto , así como las etapas de cada uno, el análisis de los impactos se realizo identificado los posibles impactos ocurridos durante la remodelación que dio paso al Proyecto y los impactos que generará su operación en forma separada (tablas 5-4 y 5-5). Aparte se realizo la identificación de los impactos que ocurrirán durante las etapas de construcción y operación del Proyecto (tabla 5-6)

FACTOR MEDIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	ETAPA	Nº
Calidad del aire	Se considera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera por desmantelamiento de infraestructura existente.	**PS**	**1**
	Emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión por la maquinaria a utilizar.	**PS, C**	**2**
	Generación de lixiviados provenientes de residuos sólidos que generarán los trabajadores.	**PS, C**	**3**
Calidad del suelo	Generación de residuos fisiológicos que generarán los trabajadores.	**PS, C**	**4**
	Durante la construcción se requerirá agua.	**C**	**5**
Disponibilidad del agua	Generación de emisiones sonoras por las actividades de desmantelamiento y construcción.	**PS, C**	**6**
Emisiones de ruido	Modificación del paisaje por la modificación de la infraestructura.	**C**	**7**
Estructura del Paisaje	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantara una nueva característica inexistente anteriormente en la zona, la cual variara de manera local las características del lugar.	**PS, C**	**8**
Microclima	Mano de obra durante la ejecución de los trabajos de remodelación.	**PS, C**	**9**
Oportunidades de empleo	Servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalaran letrinas móviles para el uso de los empleados.	**PS, C**	**10**
Requerimiento de servicios	Servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos sólidos.	**OP**	**11**
	Se generaran residuos sólidos vegetales producto del retiro de jardinería.	**PS**	**12**
Calidad sanitaria del ambiente	La acumulación temporal de residuos sólidos producto de la alimentación de los trabajadores.	**PS, C**	**13**
	Se generaran ganancias económicas por los empleos temporales y permanentes.	**PS, C**	**14**

Calidad de vida	Se considera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera por desmantelamiento de infraestructura existente.	**PS**	**1**

No se encuentran en la tabla 5-4 los indicadores de Vegetación terrestre, Fauna terrestre y Habitad Terrestre, dado que los impactos ocurridos sobre dichos indicadores no son significativos debido a las condiciones en las que se encontraba el sitio previo a los trabajos de desmantelación y remodelación. Es decir, el estado del sitio previo a las actividades de remodelación era de un sitio ya impactado por la presencia de infraestructura fija y carecía de vegetación, por tal motivo el hábitat ya se encontraba modificado y por ende los escases de fauna en el área de trabajo (la fauna ya se había movido a otras áreas dentro del hotel).

En cuanto a la estabilidad del suelo, de igual forma, se parte de un sitio cuyo estado inicial se encontraba impactado con presencia de infraestructura y suelo con plantilla y andadores de concreto, de modo que el impacto de la remodelación sobre la estabilidad del suelo no es relevante al encontrarse este nivelado y compactado.

FACTOR MEDIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	Nº
Calidad del aire	Se generarán emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión y ruido.	**1**
Calidad del Agua	Se generara agua residual.	**2**
Disponibilidad del agua	La operación del Proyecto requerirá agua suministro de agua potable.	**3**
Emisiones de ruido	El escenario y las actividades de los diversos salones generará emisiones sonoras	**4**
Oportunidades de empleo	Se necesitará personal laboral permanente.	**5**
Requerimiento de servicios	Eventualmente se requerirá de servicios especializados para el mantenimiento.	**6**
	Se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos sólidos.	**7**
Calidad sanitaria del ambiente	Se generarán residuos sólidos de tipo domestico.	**8**
Calidad de vida	La infraestructura ofrecerá un sitio seguro durante intemperismos severos (huracanes)	**9**

FACTOR MEDIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	ETAPA	Nº
Calidad del aire	Se considera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera por la excavación.	**PS**	**1**
	Se generarán emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión y ruido por la maquinaria a utilizar.	**PS**	**2**
Calidad de suelo	Se consideran las posibles afectaciones de los lixiviados provenientes de residuos sólidos que generarán los trabajadores.	**PS, C**	**3**
	Se consideran las posibles afectaciones de los lixiviados provenientes de los residuos fisiológicos que generarán los trabajadores.	**PS, C**	**4**
Estabilidad del Suelo	Se afectara la estabilidad del suelo por la excavación.	**PS**	**5**
Calidad del Agua	Se consideran las afectaciones al agua subterránea por la descarga de agua residual.	**OP**	**6**
Disponibilidad del agua	El Proyecto requerirá agua para su uso.	**OP**	**7**
Emisiones de ruido	La construcción generará emisiones sonoras	**C**	**8**
Oportunidades de empleo	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	**PS, C**	**9**
Requerimiento de servicios	Durante todas las etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalaran letrinas móviles para el uso de los empleados.	**PS, C**	**10**
Calidad sanitaria del ambiente	La acumulación temporal de residuos sólidos producto de la alimentación de los trabajadores.	**PS, C**	**11**
Calidad de vida	Se producirán efectos benéficos en la calidad de vida de los pobladores del proyecto.	**OP**	**12**
FACTOR MEDIO AMBIENTAL	**IMPACTO IDENTIFICADO**	**ETAPA**	**Nº**
Calidad del aire	Se considera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera por la excavación.	**PS**	**1**
	Se generarán emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión y ruido por la maquinaria a utilizar.	**PS**	**2**
	Se consideran las posibles afectaciones de los lixiviados provenientes de residuos sólidos que generarán los trabajadores.	**PS, C**	**3**

Calidad de suelo	Se consideran las posibles afectaciones de los lixiviados provenientes de los residuos fisiológicos que generarán los trabajadores.	**PS, C**	**4**
Estabilidad del Suelo	Se afectara la estabilidad del suelo por la excavación.	**PS**	**5**
Calidad del Agua	Se consideran las afectaciones al agua subterránea por la descarga de agua residual.	**OP**	**6**
Disponibilidad del agua	El Proyecto requerirá agua para su uso.	**OP**	**7**
Emisiones de ruido	La construcción generará emisiones sonoras	**C**	**8**
Oportunidades de empleo	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	**PS, C**	**9**
Requerimiento de servicios	Durante todas las etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalaran letrinas móviles para el uso de los empleados.	**PS, C**	**10**
Calidad sanitaria del ambiente	La acumulación temporal de residuos sólidos producto de la alimentación de los trabajadores.	**PS, C**	**11**
Calidad de vida	Se producirán efectos benéficos en la calidad de vida de los pobladores del proyecto.	**OP**	**12**

PS: Preparación del sitio; C: Construcción; OP: Operación.

En la tabla 5-6 no se realiza evaluación del proyecto sobre los indicadores bióticos de Vegetación terrestre, Fauna terrestre y Habitad Terrestre, dado que el sitio en donde se proyecta la construcción del Proyecto no cuenta con vegetación

5.2. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Habiéndose identificado los principales impactos socio ambiental que se pueden generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se procede a la correspondiente evaluación ambiental. De acuerdo a los valores proporcionados en la tabla V-3 para la calificación de los impactos, se les proporcionara un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un numero mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente se adicionan los valores para cada impacto siguiendo los criterios aquí mencionados: si el valor es menor o igual que 25 se clasifica como **COMPATIBLE (CO**), si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 se clasifica como **MODERADO (M)**, cuando el valor obtenido

sea mayor que 50 pero menor o igual que 75 entonces la clasificación del impacto es **SEVERO (S**), y por último cuando se obtenga un valor mayor que 75 la clasificación que se asigna es de **CRITICO (C).** En las tablas siguientes se encuentra la valoración obtenida de los impactos identificados en las tablas 5-4, 5-5 y 5-6.

IMPACTO IDENTIFICADO	Nº	Carácter del Impacto CI	Intensidad I	Extensión EX	Sinergia SI	Persistencia PE	Efecto EF	Momento del impacto MO	Acumulación AC	Recuperabilidad MC	Reversibilidad RV	Periodicidad PR	RESULTADO	importancia del efecto IM
Se considera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera por desmantelamiento de infraestructura existente.	**1**	-1	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-22	Compatible
Emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión por la maquinaria a utilizar.	**2**	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
Generación de lixiviados provenientes de residuos sólidos que generarán los trabajadores.	**3**	-1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	-16	Compatible
Generación de residuos fisiológicos que generarán los trabajadores.	**4**	-1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	-16	Compatible
Durante la construcción se requerirá agua.	**5**	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Compatible
Generación de emisiones sonoras por las actividades de desmantelamiento y construcción.	**6**	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
Modificación del paisaje por la modificación de la infraestructura.	**7**	-1	1	1	1	4	1	4	1	4	2	4	-26	moderado*
Se afectará al microclima de la zona ya que se implantara una nueva característica inexistente anteriormente en la zona, la cual variara de manera local las características del lugar.	**8**	-1	1	1	1	4	1	2	1	4	2	4	-24	compatible*
Mano de obra durante la ejecución de los trabajos de remodelación.	**9**	1	2	1	1	2	1	4	1	1	1	2	21	Compatible

Servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalaran letrinas móviles para el uso de los empleados.	**10**	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	4	19	Compatible
Servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos sólidos.	**11**	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	4	22	Compatible
Se generaran residuos sólidos vegetales producto del retiro de jardineria.	**12**	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	-17	Compatible
La acumulación temporal de residuos sólidos producto de la alimentación de los trabajadores.	**13**	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	-17	Compatible
Se generaran ganancias económicas por los empleos temporales y permanentes.	**14**	1	1	1	1	4	1	4	1	2	2	4	24	Compatible

El valor del impacto se considera inferior al valor obtenido dado que previamente se encontraba infraestructura de concreto en el lugar de la remodelación.

IMPACTO IDENTIFICADO	**Nº**	**Carácter del CI**	**Intensidad I**	**Extensión EX**	**Sinergia SI**	**Persistencia PE**	**Efecto EF**	**Momento del MO**	**Acumulación AC**	**Recuperabilidad MC**	**Reversibilidad RV**	**Periodicidad PR**	**RESULTADO**	**importancia del efecto IM**
Se generarán emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión.	**1**	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	4	-19	Compatible
Se generara agua residual.	**2**	-1	1	1	1	2	1	2	1	4	2	4	-22	Compatible
La operación del Proyecto requerirá agua suministro de agua potable.	**3**	-1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	-16	Compatible
El escenario y las actividades de los diversos salones generará emisiones sonoras	**4**	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Compatible

Se necesitará personal laboral permanente.	**5**	1	2	1	1	4	1	4	1	1	1	2	23	Compatible
Eventualmente se requerirá de servicios especializados para el mantenimiento.	**6**	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	4	19	Compatible
Se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos sólidos.	**7**	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	4	22	Compatible
Se generarán residuos sólidos de tipo domestico.	**8**	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	4	-19	Compatible
La infraestructura ofrecerá un sitio seguro durante intemperismos severos (huracanes)	**9**	1	2	1	1	4	1	4	1	1	1	2	23	Compatible

IMPACTO IDENTIFICADO	**Nº**	**Carácter del CI**	**Intensidad I**	**Extensión EX**	**Sinergia SI**	**Persistencia PE**	**Efecto EF**	**Momento del MO**	**Acumulación AC**	**Recuperabilidad MC**	**Reversibilidad RV**	**Periodicidad PR**	**RESULTADO**	**importancia del efecto IM**
Se considera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera por la excavación.	**1**	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
Se generarán emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión y ruido por la maquinaria a utilizar.	**2**	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
Se consideran las posibles afectaciones de los lixiviados provenientes de residuos sólidos que generarán los trabajadores.	**3**	-1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	-16	Compatible
Se consideran las posibles afectaciones de los lixiviados provenientes de los residuos fisiológicos que generarán los trabajadores.	**4**	-1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	-16	Compatible
Se afectara la estabilidad del suelo por la excavación.	**5**	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Compatible
Se consideran las afectaciones al agua subterránea por la descarga de agua residual.	**6**	-1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	-15	Compatible
El Proyecto requerirá agua para su uso.	**7**	-1	1	1	1	4	1	1	1	2	2	4	-21	Compatible

La construcción generará emisiones sonoras	**8**	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	**9**	1	1	1	1	2	1	4	1	1	1	1	17	Compatible

ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS GENERADOS EN LAS DISTINTAS ETAPAS DEL PROYECTO

Como se ha establecido previamente, el proyecto de remodelación del Proyecto ya ha sido completado, por lo que los impactos identificados en la tabla 5-4 y valorados en la tabla 5-7 ya ocurrieron.

En dichos impactos identificados se establecieron 14 impactos, siendo 4 positivos y 10 negativos, de los cuales los más relevantes resultaron ser la incorporación de polvos y partículas por la desmantelación de la obra previamente existente (teatro, bar, discoteca, etc) así como la modificación al paisaje. En general los impactos ocurridos tuvieron una valoración de compatible, esto debido al hecho de que el sitio se encontraba previamente impactado (ocupado) por obras previas del hotel autorizadas en el año 2000 mediante oficio DFQR/0385/2000.

En cuanto a los impactos identificados durante la operación del proyecto, se identificaron 9 impactos, de los cuales 4 son positivos y 5 negativos. De los impactos negativos los más significativos corresponden a la generación de agua residual y a los residuos sólidos. Sin embargo, ambos impactos mitigables mediante una planta de tratamiento y un buen manejo de los residuos sólidos. En ambos casos se utilizarán instalaciones y personal existentes en el hotel, siendo la planta de tratamiento y personal de limpieza. Respecto la mantenimiento, se identificaron 12 impactos distribuidos en las diferentes etapas de su realización (preparación del sitio, construcción y operación). Todos los impactos identificados tuvieron una valoración de compatible, siendo 3 positivos y 9 negativos. Dicha valoración responde al hecho de que la obra en sí es muy pequeña y a que el sitio se encuentra sin vegetación

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

6.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

El conjunto de las medidas preventivas y mitigadoras que se exponen en el presente capítulo, tienen como fin la minimización de los posibles impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto, desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento.

Estas medidas están en función de su naturaleza con respecto a las citadas etapas, de acuerdo a lo siguiente:

Las llamadas medidas preventivas o protectoras, se aplican para evitar, en la medida de lo posible, o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.

Y las medidas mitigadoras o correctoras, son aquellas que se utilizan para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.

Por otro lado, el conjunto de todas estas medidas redactadas en el presente titulo se deben de poner en práctica posteriormente, en todas las fases del proyecto, es decir: preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

6.2. MEDIDAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS

Dado que la obra de remodelación ya ha sido completada, no es posible establecer medidas de prevención o mitigación de las actividades realizadas.

En las tablas siguientes se presentan las pedidas a seguir para los impactos identificados durante la operación y mantenimiento del proyecto.

FACTOR	IMPACTO IDENTIFICADO	Nº	MEDIDA	EFECTO
Calidad del aire	Se generarán emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión.	**1**	Uso de calentadores en buen estado con mantenimientos periódicos.	Se controlara la emisión de gases y partículas de combustión lo cual reducirá el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.
Calidad del Agua	Se generara agua residual.	**2**	Enviar el agua hacia la planta de tratamiento del hotel.	Se evitará la descarga de contaminantes directamente en el suelo, subsuelo y/o manto subterráneo.
Disponibilidad del agua	La operación del centro de convenciones requerirá agua potable.	**3**	Fomentar el ahorro del agua mediante la instalación de llaves e inodoros ahorradores.	Reducir el consumo del agua.
Emisiones de ruido	El escenario y las actividades de los diversos salones generará emisiones sonoras	**4**	Instalación de muros acústicos.	Reducir los niveles sonoros desde el interior del edificio.
Oportunidades de empleo	Se necesitará personal laboral permanente.	**5**	Se procurara que parte de los empleados provengan de las comunidades vecinas.	Generar un beneficio directo a las comunidades circunvecinas.
Requerimiento de servicios	Eventualmente se requerirá de servicios especializados para el mantenimiento.	**6**	Procurar que los prestadores de servicios provengan de las comunidades circunvecinas.	La derrama económica se generará en las comunidades cercanas.
	Se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos sólidos.	**7**		

Calidad sanitaria del ambiente	Se generarán residuos sólidos de tipo domestico.	**8**	Se fomentará la separación de residuos según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos. Colocar botes públicos en lugares accesibles y estratégicos para evitar la dispersión de residuos sólidos. Para evitar la generación de malos olores, los botes de basura deberán contar con tapa.	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de lixiviados de estos residuos. Se evitara la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos.
Calidad de vida	La infraestructura ofrecerá un sitio seguro durante intemperismos severos (huracanes)	**9**	Proporcionar mantenimiento periódico y verificación de la estructura.	Contribuirá a la seguridad de los huéspedes y personal laboral durante el paso de fenómenos meteorológicos extremos.

FACTOR	IMPACTO IDENTIFICADO	ETAPA	MEDIDA	EFECTO
Calidad del aire	Se considera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera por la excavación.	**PS**	Humedecer periódicamente el área de trabajo y colocar lonas en los vehículos que transporten material hacia y desde la obra.	Se controlara la dispersión de polvo durante la etapa de preparación del sitio
	Se generarán emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión y ruido por la maquinaria a utilizar.	**PS**	Uso de maquinaria en buen estado con mantenimientos periódicos.	Se controlara la emisión de gases y partículas de combustión lo cual reducirá el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.
Calidad de suelo	Se consideran las posibles afectaciones de los lixiviados provenientes de residuos sólidos que generarán los trabajadores.	**PS, C**	Utilizar botes de plástico con tapa, los cuales estarán ubicados en un área estratégica para que puedan ser recolectados y trasladados al sitio de disposición final.	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de lixiviados.

	Se consideran las posibles afectaciones de los lixiviados provenientes de los residuos fisiológicos que generarán los trabajadores.	**PS, C**	Instalar sanitarios portátiles cuyo manejo y disposición final será responsabilidad de la empresa prestadora de este servicio.	
Estabilidad del Suelo	Se afectara la estabilidad del suelo por la excavación.	**PS**	No exceder las dimensiones programadas. Reusar el suelo para la conformación de jardines en otras áreas que lo requieran.	Minimizar los cambios en la superficie del terreno y mantener el suelo en la zona.
Calidad del Agua	Se consideran las afectaciones al agua subterránea por la descarga	**OP**	Enviar el agua hacia la planta de tratamiento del hotel.	Se evitará la descarga de contaminantes directamente en el suelo, subsuelo y/o manto subterráneo.
	de agua residual.			
Disponibilidad del agua	El Proyecto requerirá agua para su uso.	**OP**	Reusar el agua mediante la instalación de filtros.	Reducir el consumo de agua al mínimo requerido.
Emisiones de ruido	La construcción generará emisiones sonoras	**C**	Establecer horarios de trabajo. Utilizar maquinaria en buen estado.	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar molestias a los huéspedes del hotel y al personal empleado.
Oportunidades de empleo	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	**PS, C**	Se procurara que parte de los empleados provengan de las comunidades vecinas.	Generar un beneficio directo a las comunidades circunvecinas.

Requerimiento de servicios	Durante todas las etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalaran letrinas móviles para el uso de los empleados.	**PS, C**	Procurar que los prestadores de servicios provengan de las comunidades circunvecinas.	La derrama económica se generará en las comunidades cercanas.
Calidad sanitaria del ambiente	Acumulación temporal de residuos sólidos producto de la alimentación de los trabajadores.	**PS, C**	Se fomentará la separación de residuos según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos. Colocar botes públicos en lugares accesibles y estratégicos para evitar la dispersión de residuos sólidos. Para evitar la generación de malos olores, los botes de basura deberán contar con tapa.	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de lixiviados de estos residuos. Se evitara la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos.
Calidad de vida	Se producirán efectos benéficos en la calidad de vida de los pobladores del proyecto.	**OP**	Al ser una actividad positiva no se requiere de medida de mitigación.	Ninguno.

6.3. IMPACTOS RESIDUALES

El proyecto generará una carga adicional de residuos sólidos no peligrosos dentro del proyecto general del hotel, además de que incrementará la demanda de agua potable y la generación de agua residual. Todos estos impactos no son de magnitud considerable que conlleven la necesidad de renovar o ampliar las instalaciones existentes como la planta de tratamiento por lo que el incremento de los requerimientos es compatible con la capacidad instalada del hotel

7. ANÁLISIS DE ESCENARIOS Y CONCLUSIONES

7.1. ESCENARIO ACTUAL

El sitio en donde se realizo la remodelación actualmente presenta a la estructura completa, la cual está terminada y lista para entrar en su fase operativa.

Esta obra se encuentra dentro de las instalaciones de un hotel que cuenta permisos estatales y municipales, y una resolución por parte de la PROFEPA, que sanciono la superficie que fue aprovechada para dar cabida al proyecto.

Por tal motivo, desde la construcción de las obras, la cobertura vegetal fue removida, con la consecuente modificación al hábitat y desplazamiento de fauna. Estos impactos fueron evaluados en este estudio.

7.2. ESCENARIO FUTURO

El escenario futuro comprende al estado que tendrá el sitio una vez que se haya terminado la rehabilitación de la infraestructura y se encuentre en operación. Dado que la obra del proyecto, el escenario futuro comprende su operación.

Con la obra se pretende ofrecer un servicio nuevo y diferente a los usuarios del hotel, ya que puede ser utilizado por el turismo para las actividades de entretenimiento de los huéspedes del hotel.

Asi mismo, el proyecto estará ofreciendo un sitio seguro donde albergar a los huéspedes y empleados del hotel. Esta capacidad de uso es de gran importancia tomando en consideración la alta calidas del pasaje y bellezas naturales, que dan un realce a la costa caribeña, por lo que el impacto benéfico de la obra es notable

Durante la operación no se espera que la generación adicional de agua residual y de residuos sea significada de modo que no pueda ser manejada por el personal laboral y la capacidad del sistema de tratamiento instalado.

En este sentido, se espera que los residuos sólidos sean manejados con eficiencia evitando la dispersión de basura en los alrededores.

En la edificación del proyecto, se ocuparon escasos metros cuadrados y al hecho de que se encuentra dentro de un predio de 27 hectareas, en un sitio con abundante vegetación y detrás del nivel de la duna costera, su construcción no ha ocasionado impactos significativos al medio ambiente. El uso tampoco ha generado un incremento significativo en el consumo y descarga de contaminantes. El uso de equipo de recirculación y filtración permite utilizar el agua por un mayor tiempo, reduciendo así el consumo y la descarga.

7.3. SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Con el objeto de vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación propuestas en el presente documento, y definir las acciones necesarias para la correcta ejecución del proyecto en términos ambientales, se designará a un responsable ambiental involucrado en la supervisión del proyecto de construcción del jacuzzi y operación del centro de convenciones. Como parte del programa de supervisión, se realizarán reportes periódicos del cumplimiento de las acciones y medidas necesarias mediante fotografías, registros, pruebas de laboratorio y otros documentos.

8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

Formatos de presentación

Para el desarrollo del estudio, se realizaron levantamientos de campo y recopilación bibliográfica actualizada de la zona, determinando de esta forma la primera actividad metodológica que consistió en una revisión bibliográfica exhaustiva sobre las experiencias documentadas en proyectos similares con la finalidad de observar, a priori, las condiciones ambientales que prevalecen en la región. Además, se realizó un análisis de todos y cada uno de los instrumentos normativos aplicables a la zona del proyecto, para determinar su viabilidad y desarrollo.

Desde el punto de vista técnico, se realizaron estudios complementarios como análisis fotográfico y cartográfico digital (fotografías aéreas y cartas temáticas del INEGI en escala 1:250,000 y la carta topográfica en escala 1:50,000) con Sistemas de Información Geográfica.

Posteriormente se realizaron dos visitas de campo con la finalidad de determinar "in situ", el tipo de flora y fauna silvestre encontrada en el lugar de estudio y su área de influencia. Para ello, se elaboraron listas de verificación como base para el ulterior desarrollo de matrices de cribado que condujeran a otra matriz de identificación de impactos ambientales que fueron elaboradas ad hoc para el proyecto.

El marco conceptual de referencia y la aplicación de técnicas específicas de identificación, caracterización y evaluación de impactos permitieron, junto con un exhaustivo trabajo en campo, establecer los efectos que inducirá el desarrollo del proyecto y las diversas medidas de mitigación aplicables para cada una de las obras y actividades generadoras de impactos.

- Plano de conjunto del proyecto en formato Autocad.
- Fotografías
- En el cuerpo del documento se presentan fotografías con las condiciones actuales del predio y la vegetación presente en los mismos,.

BIBLIOGRAFÍA.

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Reglamente de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Aguilera, Nicolás. 1959. "Los suelos" en Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. E. Beltran, editor, IMRNR, México,pp. 117-212 .
- Andrews, A., T. Gallareta N., F. Robles C., R. Cobos P. y P. Cervera R. 1980. " Isla Cerritos: and itzá trading port on the North Coast of Yucatan, México. " National Geographic 4(2):196-207.
- Barrera, M. Alfredo, Alfredo Barrera Vazquez, Rosa María Lopez F. 1976. Nomenclatura Etnobotánica Maya. Una interpretación taxonómica. Instituto Nacional de

Antropología e Historia, S.E.P. Centro Regional del Sureste. Colección Científica: Etnología. No. 36.México, D.F.

- Bezaury, C. Juan. 1989. "La Casuarina, una amenaza a la flora y fauna de nuestras costas." Boletin Amigos de Sian Ka'an,5:10-11
- Miranda, F. 1959. "La vegetación de la península yucateca" en Los Recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. II Parte:Estudios particulares. IMRNR, México, pp. 215- 271.
- Navarro L., D., T. Jiménez A. y J. Juárez G. 1990. "Los mamíferos de Quintana Roo" en Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo/Universidad de Florida, pp. 371-450.
- Navarro L., D. 1992. Ecological restoration of a tropical dry forest affer a human-made disturbance. CIQRO. Documento inédito.Navarro L., D. 1992a. Los mamíferos de Quintana Roo, en peligro de extinción. CIQRO. Serie Divulgación, n° 3. Noguez Galvez, Ana María. 1991. Changes in soil properties following shifting cultivation in Quintana Roo, México. Master of Science Thesis, University ofFlorida, Gainesville, 65 págs.
- Sánchez, A. 1980. Características generales del medio físico de Quintana Roo. En: Quintana Roo y Perspectiva, memorias del simposio CIQRO-UNAM. pp. 30-32.
- Sapper, K. 1977. Geología de la Península de Yucatán. En. Enciclopedia Yucatanense. Tomo l. Edición Oficial del Gobierno de Yucatán. pp. 19-28.
- Sosa, Victoria., J. Salvador Flores, V.Rico-Gray, Rafael Lira, J.J. Ortiz. 1985. Etnoflora yucatenense. Lista florística y sinonimia maya.Fascículo 1. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. Mayo 1985