I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.

II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Bitácora número **23/MP-0069/11/19**.

III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el domicilio particular y correo electrónico de personas fisicas, en páginas 7 y 8.

IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **011/2020/SIPOT,** en la sesión celebrada el **20 de enero de 2020.**

VI. **Firma del titular:**

Biol. Araceli Gómez Herrera.

"Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia, por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo, previa designación, firma el presente la Jefa de la Unidad de Gestión Ambiental Zona Norte" *

+Oficio 01250 de fecha 28 de noviembre de 2018.

En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SECTOR TURÍSTICO MODALIDAD PARTICULAR PROYECTO "Hotel Puerto Aventuras"

LATITUD 40 SA DE CV

Preparado por:

Ramboll México, S. de R.L. de C.V.

Fecha

Septiembre 2019

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 5
I.1 Datos generales del proyecto: 5
I.1.1 Nombre del proyecto 5
I.1.2 Ubicación del proyecto 5
I.1.3 Duración del proyecto 5
I.1.4 Presentación de la Documentación Legal del Predio 5
I.2 Datos generales del promovente 6
I.2.1 Nombre o razón social 6
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 6
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 6
I.2.4 notificaciones: Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír 6
I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio 6
II. Descripción del proyecto 8
II.1 Información general del proyecto 8
II.1.1 Naturaleza del proyecto 9
II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto 13
II.1.3 Inversión requerida 15
II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 16
II.2 Características particulares del proyecto 17
II.2.1 Programa de trabajo 17
II.2.2 Representación gráfica local 20
II.2.3 Etapa de Preparación del sitio 20
II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento 26
II.2.5 Etapa de abandono del sitio 31
II.2.6 Utilización de explosivos 31
II.2.7 atmósfera Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la 31
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO 36
III.1 Planes y Programas de Desarrollo 36
III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 36
III.2 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio 39
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 39

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 47

III.3 Programas y Planes de Desarrollo a nivel Estatal y Municipal 84

III.3.1 Programa Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016 - 2022.....84

III.3.2 Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACCEQROO) 88

III.3.3 Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Solidaridad 2018-2021.....89

III.3.4 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad (2010 – 2050).....90

III.3.5 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.....90

Dentro de este documento, se plantean medidas para la prevención y protección del suelo y los cuerpos de agua. establecidos en el Programa de Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad (sección VI.2.4) y el Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos (sección VI.2.6) 101

III.3.6 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (2011 - 2050) 102

III.4 Leyes y Reglamentos (Federales y Estatales).....105

III.4.1 Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 105

III.4.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y Reglamento 106

III.4.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).....106

III.4.4 Ley de Aguas Nacionales y Reglamento 107

III.4.5 Ley General de Cambio Climático.....107

III.4.6 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA).....107

III.4.7 Ley General de Turismo 108

III.4.8 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo y su Reglamento 108

III.4.9 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Quintana Roo y su Reglamento 109

III.4.1 Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo.....109

III.4.2 Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo 110

III.4.3 Reglamento del Equilibrio Ecológico y protección Ambiental del Municipio de Solidaridad 110

III.5 Normas Oficiales Aplicables 112

III.5.1 NOM-001-SEMARNAT-1996 112

III.5.2 NOM-002-SEMARNAT-1996 112

III.5.3 NOM-041-SEMARNAT-2006 112

III.5.4 NOM-043-SEMARNAT-1993 112

III.5.5 NOM-052-SEMARNAT-2005 112

III.5.6 NOM-054-SEMARNAT-1993 112

III.5.7 NOM-059-SEMARNAT-2010 112
III.5.8 NOM-081-SEMARNAT-2005 113
III.6 Áreas Naturales Protegidas Federales 113
III.7 Otras Áreas de Atención Prioritaria 113
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 114
IV.1 Delimitación del Áreas de influencia 114
IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental 115
IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental 120
I.1.1 Ambiental Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema 120
IV.3.2 Paisaje 221
Fragilidad visual del paisaje 232
IV.3.3 Diagnóstico ambiental 248
IV.4 Síntesis del inventario ambiental 259
V. AMBIENTALES. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS 261
V.1 Identificación de impactos. 261
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 261
V.2 Caracterización de los impactos. 267
V.2.1 Indicadores de impacto 267
V.3 Valoración de los impactos 275
V.4 Conclusiones 289
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los Impactos Ambientales 291
VI.1 Descripción de las medidas o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental 291
VI.2 . Plan de vigilancia ambiental 296
VI.2.1 Introducción 296
VI.2.2 Medidas de prevención y mitigación de impactos 299
VI.2.3 Programa de Rescate y reubicación de flora y fauna 310
VI.2.4 Programa de Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad ..313
VI.2.5 Programa de Prevención de la Contaminación del Suelo 316
VI.2.6 Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos 323
VI.2.7 Programa de control de Emisiones 328
VI.3 Seguimiento y control (monitoreo) 330
VI.3.1 agua Programa de manejo sustentable del agua y conservación de la calidad del 330

VI.3.2 Prevención y control de la contaminación del suelo.....331
VI.3.3 Programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos.....331
VI.3.4 Programa de control de emisiones.....331
VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....331
VII. ALTERNATIVAS. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE 333
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....333
VII.2 mitigación Descripción y análisis del escenario con proyecto sin considerar las medidas de 334
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. 334
VII.4 Pronóstico ambiental.....335
VII.5 Evaluación de alternativas.....336
VII.6 Conclusiones.....337
VIII. TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL..339 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS
VIII.1 Presentación de la información.....339
VIII.1.1 Cartografía.....339
VIII.1.2 Fotografías.....339
VIII.1.3 Videos.....339
VIII.1.4 Otros anexos.....339
BIBLIOGRAFÍA.....340

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

I.1 Datos generales del proyecto:

I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto planteado en la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular (MIA-P) corresponde al sector turístico y se denomina "Hotel Puerto Aventuras". El Proyecto pretende instalarse en un predio ubicado dentro de una zona Turística en desarrollo, la cual está regulada bajo tres Programas de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico, el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (PDU-Aventuras), el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad).

El presente documento de evaluación de impacto ambiental se generó a partir de dos objetivos, los cuales se enlistan a continuación:

1. El predio del proyecto recibió una visita de inspección por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la cual derivo en un Procedimiento Administrativo, por lo que esta MIA-P evalúa los impactos de las actividades previas, no relacionadas a actividades turísticas, que originaron el emplazamiento de la autoridad, y
2. La evaluación de impacto ambiental, para las obras y actividades de preparación de sitio, construcción, equipamiento, operación y mantenimiento de un hotel.

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto pretende ubicarse en un predio ubicado en una zona utilizada históricamente para fines turísticos en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México. Las coordenadas aproximadas en UTM datum WGS84, al centro del predio que albergará al proyecto son: 476927 m E y 2267737 m N, en la zona 16 N a una elevación aproximada de 3 metros sobre el nivel del mar (msnm).

I.1.3 Duración del proyecto

La vida útil del proyecto se estima en 50 años, periodo que podría prolongarse de acuerdo a los programas de mantenimiento y demanda turística de la zona.

I.1.4 Presentación de la Documentación Legal del Predio

El predio donde se pretende ubicar el proyecto cuenta con un título de propiedad avalada por la escritura pública número cuatrocientos siete ante el Li. Carlos H. Pereira Vázquez, Notario Público número 42, ubicado en el municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo. Una copia simple de la escritura se presenta en el **Anexo 1.1**.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

El presente estudio es promovido por la empresa Latitud 40, S.A. de C.V. (en lo sucesivo Latitud 40), la cual se encuentra constituida en México a través de la Escritura Publica No. 5,137 (cinco mil ciento treinta y siete) expedida el 7 de agosto de 2006 en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León, ante el Notario Público No. 122, Lic. Hector Mauricio Villegas Garza. Una copia simple del acta constitutiva se presenta en el **Anexo 2.1**.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

El Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de Latitud 40, es LCU060807NR6. El RFC se presenta en el **Anexo 2.2**.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El promovente se encuentra representado en este acto, por el C. Juan Bernardo Lobatón Bernard. Lo anterior, de conformidad con la Escritura Publica No. Escritura Publica No. 5,137 (cinco mil ciento treinta y siete) expedida el 7 de agosto de 2006 en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León, ante el Notario Público No. 122, Lic. Hector Mauricio Villegas Garza. Una copia simple del acta constitutiva se presenta en el **Anexo 2.1**.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones:

[redacted]

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

I.2.5.1 Nombre o Razón Social

La elaboración del presente estudio estuvo a cargo de Ramboll México, S. de R.L. de C.V., la filial mexicana de la empresa Ramboll (en lo sucesivo "Ramboll México"), la cual es una persona moral legalmente constituida en México. Una copia simple del acta constitutiva de dicha empresa se presenta como **Anexo 1.1**.

I.2.5.2 Registro Federal de Contribuyentes

El RFC de Ramboll México es ESA1401085U8. Una copia simple se incluye como **Anexo 3.2**.

I.2.5.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio

El presente estudio ha sido elaborado por el profesionista Edson Alexis Pérez Rodríguez (Cédula Profesional No. 8496360), bajo la supervisión del profesionista Ernesto Ortega Estrada (Cédula Profesional 4449255), Gerente de Ramboll México. En el **Anexo 3.3** se incluyen copias simples de las cedulas profesionales.

M. en C. Edson Alexis Pérez Rodríguez
Ramboll Consultor 3
Ramboll México, S. de R.L. de C.V.

Biol. Ernesto Ortega Estrada
Ramboll Gerente Consultor
Ramboll México, S. de R.L. de C.V.

I.2.5.4 Dirección del Responsable Técnico del Estudio

La dirección para oír y recibir notificaciones del responsable técnico es:

[redacted]

Teléfono Oficina: (81) 8122829988 Ext. 109
Correo: [redacted]

I.2.5.5 Declaratoria firmada

La declaratoria firmada bajo protesta de decir la verdad por los responsables de la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental, se presenta en el **Anexo 3.4**.

II. Descripción del proyecto

II.1 Información general del proyecto

Como se mencionó en el Capítulo anterior, el presente documento de evaluación de impacto ambiental contempla dos objetivos: 1) la evaluación ambiental de actividades previas, no relacionadas a actividades turísticas, en cumplimiento con lo establecido en la resolución administrativa emitida por la PROFEPA, y 2) la evaluación de impacto ambiental para la preparación del sitio, construcción y operación de un hotel.

Con respecto al **Objetivo 1**, el predio propiedad de la empresa Latitud 40 S.A. de C.V., donde se pretende desarrollar el Proyecto de instalación del Hotel Puerto Aventuras, actualmente se encuentra bajo un procedimiento administrativo por parte de la PROFEPA Delegación Quintana Roo, con número de expediente PFPA/29.3/2C.27.5/0051-19, del cual se emitió la Resolución No. 0082/2019 (**Anexo II.1**). Durante la visita de PROFEPA se encontró lo siguiente dentro del predio:

a) La colocación de una caseta móvil hecha de plástico, la cual se encuentra en desuso;

b) Una brecha rellena y compactada, conformada de material pétreo (sascab) que va desde la entrada del predio y, hacia el interior de predio, la cual ocupa una superficie de 693 m^2.

c) Dos áreas desprovistas de vegetación, la primera se encuentra en la parte este del predio colindante a la zona federal hacia el interior del predio, y la segunda en la parte sur del predio colindante al Hotel Dreams Puerto Aventuras, dichas áreas tienen una ocupación de aproximadamente de 1,043 m^2, y

d) Dos montículos de sargazo, que ocupan una superficie aproximada de 100.9 m^2.

En base al **Objetivo 2**, el documento busca obtener autorización para las obras que comprenden la preparación del sitio, construcción, operación y desmantelamiento de un Hotel, Proyecto denominado Hotel Puerto Aventuras, el cual contará con tres sótanos, una planta baja y tres niveles superiores, con una capacidad de 175 llaves, zona de estacionamiento, lobby, sala de juntas, restaurantes, snack bar, alberca, kid's club cuarto de máquinas, almacén temporal de residuos. Este Proyecto se pretende instalar dentro de una zona Turística en desarrollo, que, a su vez, está regulada por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Puerto Aventuras y por el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad.

Es importante mencionar, que la construcción y operación del Hotel Puerto Aventuras, se establecerá dentro del *Desarrollo Turístico Puerto Aventuras*, que actualmente cuenta con infraestructura para servicios turísticos y se encuentra dentro de los límites del Centro de Población Aventuras, el cual está regulado por el Plan de Desarrollo Municipal de Solidaridad y por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras. A su vez, el Sistema Ambiental definido para el Proyecto, presenta en su mayoría, Vegetación Secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia, con extensiones menores de Manglar, Selva Mediana Subperennifolia y usos no forestales del suelo como: sin vegetación aparente, urbano construido y cuerpos de agua, así mismo, el predio en cuestión presenta una Vegetación Secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia.

Debido a lo anterior, el Proyecto no involucra vegetación forestal, ni áreas que representen una conectividad de la vegetación con la masa forestal fuera del sistema ambiental y que puedan representar un corredor biológico. Adicionalmente, y de acuerdo al Artículo 7 fracción LXXI de la Ley

General de Desarrollo Forestal Sustentable (2018), no se considerará terreno forestal, los terrenos que se localicen dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Dado lo anterior, no se considera la elaboración de un Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

A finales de la década de los 60s se crea el Fondo de Infraestructura Turística (INFRATUR) para estudiar los lugares de impulso turístico y a partir de este, El Banco de México recomendó la creación de cinco centros turísticos integrales: Ixtapa Zihuatanejo (Guerrero), Los Cabos y Loreto (B.C.S.), Bahías de Huatulco (Oaxaca) y Cancún (Quintana Roo). A pesar de que el desarrollo de Cancún ofrecía una serie de desventajas (1,820 km de la Ciudad de México, un aeropuerto alejado, escasa mano de obra, entre otras), en 1972 se realiza la adquisición del terreno para edificar el Hotel Maya Caribe, en 1986 el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), dependiente de la Secretaría de Turismo, era propietario de casi todos los espacios públicos de la ciudad de Cancún, y se hacía cargo del mantenimiento de muchos servicios. En 1989, Cancún se convirtió en la ciudad con mayor dinamismo de nuestro país. Contribuyó con uno de los más altos porcentajes de divisas turísticas que ingresan a México y participa en forma sustancial en el producto interno bruto de Quintana Roo. Actualmente, Cancún es uno de los centros turísticos más importante del país y es la ciudad más próspera de la península. Llegó a ser el primer destino turístico del Caribe, superando a Bahamas y Puerto Rico (UAEM, 2009).

De esta manera, el Estado de Quintana Roo, se ha consolidado como uno de los destinos turísticos con mayor desarrollo del país y en este marco, el municipio de Solidaridad ha tenido un crecimiento acelerado en las últimas décadas, lo que ha llevado a que el municipio de Solidaridad mantenga como Eje de crecimiento al Sector Turístico. En este sentido, se puede mencionar que Playa del Carmen, la Cabecera Municipal sea una de las principales Ciudades Turísticas de la Riviera Maya. Así mismo, la Zona de Puerto Aventuras como Centro Poblacional, está teniendo una creciente oferta Turística dentro del municipio. Lo anterior, vuelve relevante la elaboración de una adecuada evaluación de impacto ambiental, que permita un crecimiento acorde con las necesidades y expectativas del municipio y el estado, con el menor impacto posible hacia los ecosistemas de la región.

El Proyecto se pretende instalar al interior de la zona turística Puerto Aventuras, un desarrollo mundialmente reconocido, que fusiona la naturaleza y las comodidades modernas. El Proyecto Hotel Puerto Aventuras, pretende la construcción de un edificio de siete niveles en forma de "U", integrado por 175 llaves, distribuidas en 3 sótanos, planta baja y 3 niveles, en el cual, aprovechando el espacio central, se busca desarrollar áreas comunes recreativas e infraestructura de servicios asociada como: una alberca, restaurantes, cuarto de máquinas, áreas de descanso y kid's club, por mencionar algunas. La construcción y operación de estas obras se realizarán en una superficie de 14,854.02 m², propiedad del Promovente, como se especifica en la sección II.1.1.

El Proyecto Hotel Puerto Aventuras se diseñó siguiendo una estrategia basada en un esquema de sustentabilidad en concordancia con los ordenamientos aplicables para el sitio del proyecto, el Hotel contará con un total de tres sótanos, una planta baja y tres niveles superiores con una capacidad total de 175 llaves, esto va en concordancia con el Eje de Desarrollo Económico Ordenado y Sostenible, que busca aumentar los servicios y la diversificación turística, lo cual está planteado en el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad, el cual se describe en el capítulo III de este documento. El nuevo desarrollo turístico, Hotel Puerto Aventuras, pretende aumentar la oferta de servicios turísticos de la región, incrementar el flujo de visitantes en el municipio y por consiguiente aumentar la derrama económica de esta actividad en la industria de servicios.

En este contexto, este capítulo presenta la descripción de las obras y actividades del Proyecto sometidas al proceso de evaluación en materia de impacto ambiental, así como el detalle de los procesos de preparación, construcción y operación de las mismas. Lo anterior en cumplimiento de lo establecido en los Artículos. 28 y 30 de la LGEEPA, y en el Artículo 13 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (RLGEEPA-EIA).

Objetivo 1

En la resolución ambiental No. 0082/2019, emitida por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) con fecha del 09 de mayo de 2019, se señala que el promovente como dueño del predio, incurrió en un incumplimiento respecto a lo siguiente:

"*Por infringir a lo establecido en el artículo 28 fracción VII y IX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y artículo 5 inciso O) y Q) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, por no acreditar ante esta autoridad contar la autorización o exención en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo que se llevó a cabo en el lote 03, manzana 018, plano dos del Desarrollo Turístico Plan Maestro Puerto Aventuras, en el municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo…*"

Lo anterior se deriva del registro y documentación de obras realizadas en el predio, durante la visita de inspección por parte de la PROFEPA, los hallazgos se manifestaron en el Acta de Inspección PFPA/29.3/2C.27.5/0051-19 con fecha del 05 de abril de 2019, los cuales se enlistan a continuación.

a) La colocación de una caseta móvil hecha de plástico, la cual se encuentra en desuso.

b) Una brecha rellena y compactada, conformada de material pétreo (sascab) que va desde la entrada del predio y, hacia el interior de predio, la cual ocupa una superficie de 693 m^2.

c) Dos áreas desprovistas de vegetación, la primera se encuentra en la parte este del predio colindante a la zona federal hacia el interior del predio, y la segunda en la parte sur del predio colindante al Hotel Dreams Puerto Aventuras, dichas áreas tienen una ocupación de aproximadamente de 1,043 m^2.

d) Dos montículos de sargazo, que ocupan una superficie aproximada de 100.9 m^2

A raíz de esta inspección realizada por la PROFEPA, en la resolución ambiental previamente mencionada, se señala en el considerando VII, que el promovente deberá dar cumplimiento a las siguientes medidas correctivas:

TRES.- *en el caso de tener interés en la continuidad de las actividades consistentes en:* ***a)*** *La colocación de una caseta móvil hecha de plástico, la cual se encuentra en desuso;* ***b)*** *Una brecha rellena y compactada, conformada de material pétreo (sascab) que va desde la entrada del predio y, hacia el interior de predio, la cual ocupa una superficie de 693 m2.* ***c)*** *Dos áreas desprovistas de vegetación, la primera se encuentra en la parte este del predio colindante a la zona federal hacia el interior del predio, y la segunda en la parte sur del predio colindante al Hotel Dreams Puerto Aventuras, dichas áreas tienen una ocupación de aproximadamente de 1,043 m2,* ***d)*** *Dos montículos de sargazo, que ocupan una superficie aproximada de 100.9 m2, esto de acuerdo a lo circunstanciado en el acta de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0051-19 con fecha del cinco de abril del año dos mil diecinueve y por ende para la permanencia de las mismas deberá sujetarlas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de obtener la debida autorización en materia de impacto ambiental para la operación de las mismas, expedida por la Secretaría de Medio Ambienta y Recursos Naturales, en términos de lo previsto en los artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental…"*

Es importante mencionar, que el promovente ha tenido la total disposición de atender las visitas de inspección por parte de la autoridad ambiental, y está trabajando en el cumplimiento de los requerimientos de la PROFEPA, por lo que esta MIA-P evalúa los impactos ambientales de las obras que se llevaron a cabo en el sitio.

Objetivo 2.

Se pretende obtener autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo de un Proyecto hotelero. El proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción y operación de un hotel. El Proyecto pretende instalarse en el Centro de Población Puerto Aventuras, dentro de un desarrollo turístico actualmente en operación, localizado en el municipio de Solidaridad, en la Riviera Maya a 15 minutos de Playa del Carmen, y una hora del Aeropuerto Internacional de Cancún. La zona turística de Puerto Aventuras, cuenta con una marina frente al Mar Caribe y un campo de golf. El desarrollo consta de 4 hoteles de primer nivel, club de golf y tenis, escuela, templo religioso, zona comercial, museo, tiendas y restaurantes.

Es importante mencionar, que el área e infraestructura que comprende el Centro turístico "Puerto Aventuras", está constituido como un Fideicomiso, "*Fideicomiso Puerto Aventuras*", el cual inició la construcción y desarrollo de servicios, a partir de la Autorización de Impacto Ambiental emitida por Dirección General de Normatividad Ambiental del Instituto Nacional de Ecología establecida en la Resolución No 570 con número de oficio A.O.O.DGNA.-10747 con fecha de 22 de noviembre de 1994 (**Anexo 2.3**). Adicionalmente, el presente Proyecto "Hotel Puerto Aventuras", cuenta con una Constancia de Compatibilidad Urbanística Estatal, emitida por la Secretaría de Desarrollo urbano Territorial Urbano Sustentable (SEDETUS), numero de oficio SEDETUS/DS/SSDU/DAU/001392/2018 con fecha del 30 de abril de 2018 (**Anexo 2.4**).

La instalación del Proyecto objeto de este estudio, pretende maximizar el desarrollo turístico existente, incrementando la oferta turística de la región. El Proyecto comprende la preparación del sitio, construcción y operación de un edificio de tres (3) sótanos, planta baja y tres (3) niveles, para albergar 175 habitaciones dobles, rampa de ingreso, área de servicio, tres (3) restaurantes con vista a la marina, cafetería con vista a la playa, spa, centro de reuniones, kid's club, áreas de juegos infantiles, en el exterior: área de restaurante tipo Snack bar, alberca. Adicionalmente, está proyectado junto a la Marina, sin que esto comprenda infraestructura que modifique o intervenga en la marina, la instalación de un Parque Lineal el cual estaría destinado al público en general.

Todas las obras y actividades que se llevarán a cabo para el Proyecto están contenidas en alguno de los conceptos que se enlistan a continuación.

1. Edificio Principal, (Área de habitaciones, cafetería, lobby, bar, spa, centro de reuniones)
2. Restaurantes
3. Cafetería
4. Kid's Club
5. Restaurant tipo Snack Bar
6. Alberca
7. Lobby
8. Centro de reuniones
9. Front Desk
10. Lobby Bar
11. Spa

II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto

El predio donde se realizaron actividades previas y donde se pretende llevar a cabo el desarrollo del Proyecto, se ubica en el Lote 03, Manzana 018, Plano Dos del Desarrollo Turístico "Plan Maestro Puerto Aventuras", en el municipio del Solidaridad en el Estado de Quintara Roo, en un predio que cuenta con una superficie de 14,854.02 m^2, este polígono está delimitado por un total de once vértices.

Las coordenadas aproximadas en UTM datum WGS84, al centro del predio que albergará al proyecto son: 476921 m E y 2267126 m N, en la zona 16 N, a una elevación aproximada 3 metros sobre el nivel del mar (msnm). Las coordenadas UTM de los vértices del predio se presentan en la **Tabla II.1,** mientras que el plano georreferenciado se incluye en la **Figura II.1**.

Tabla II.1 Tabla de coordenadas del predio del proyecto. Datum WGS 1984 Zona 16 N.

Vértice	X	Y
1	476806.5452	2267129.5577
2	476886.0000	2267213.0000
3	477005.6381	2267120.3239
4	476995.6582	2267103.7429
5	476990.9990	2267092.3649
6	476989.0310	2267080.9441
7	476981.0321	2267044.6845
8	476911.3430	2267071.7026
9	476901.6822	2267074.9049
10	476863.4137	2267088.7097
1	476806.5452	2267129.5577

Figura II.1 Ubicación del predio del Proyecto

En lo referente al área que ocupará el proyecto, se tiene que el elemento que ocupará la mayoría de la superficie del predio son las áreas verdes o de conservación, seguido por el edificio principal del hotel y los andadores y vialidades. La

Tabla II.2 Áreas del proyecto Hotel Puerto Aventuras

Concepto	Superficie (ha)	Superficie %
Alberca	0.05	3%
Amenidades	0.01	1%
Andadores y vialidades	0.22	15%
Restaurantes	0.14	9%
Hotel	0.25	17%
Servicios	0.07	5%
Áreas verdes / Conservación	0.745	50%
Total	**1.485**	**100%**

El acceso principal al sitio del Proyecto, es por la calle Bahía Xcacel, la cual es una de las calles principales del complejo turístico Puerto Aventuras, y se encuentra a una distancia aproximada de 700 m del km 269.5 de la carretera federal Tulum – Cancún, la cual como su nombre lo indica, conecta estos dos importantes destinos turísticos, además de conectar con Playa del Carmen.

La zona donde se pretende desarrollar el Proyecto, se encuentra dentro del Centro de Población Puerto Aventuras, la cual consta de dos zonas, la zona turística y zonas habitacionales, las cuales están ubicadas en un radio de 500 m. El área habitacional más cercana se encuentra a 335 m hacia el Este, siendo la colonia Privadas de Santa Catarina. En la Figura II.2 se muestran las principales colindancias al sitio del Proyecto, mientras que en la Tabla II.2 se describen las colindancias inmediatas del mismo.

II.1.3 Inversión requerida

El promovente estima una inversión aproximada de $ **452,908,403.04** pesos mexicanos. Dicho monto se utilizará para las actividades de preparación del sitio, uso de maquinaria, compra e instalación de maquinaria, contratación de personal, actividades de construcción, así como la implementación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, entre otros rubros.

A continuación, la Tabla **II.3**, presenta la inversión requerida para el proyecto de forma desglosada para cada uno de los niveles con los que contará el Hotel Puerto Aventuras.

Tabla II.3 Inversión requerida para el Proyecto

Obra	MXN
Exterior	27,735,600.00
Sótano 3	87,510,714.88
Sótano 2	72,737,606.56
Sótano 1	49,239,995.20

Obra	MXN
Planta Baja	53,921,121.60
Primer Nivel	53,921,121.60
Segundo Nivel	53,921,121.60
Tercer nivel	53,921.121.60
Total	**452,908,403.04**

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El predio del proyecto se encuentra totalmente inmerso en una zona dedicada a servicios turísticos, dentro del complejo privado, el predio del presente Proyecto es de los pocos lotes que cuentan con acceso directo al mar que no han sido desarrollados, es importante mencionar que en la zona existe la cobertura de los servicios básicos como: agua, drenaje, electricidad, telefonía e internet. Con base en las características de la zona previamente mencionadas, se establece que no será un problema el contar con acceso a estos servicios para la etapa de operación del predio del proyecto, puesto que se encuentran a pie del predio.

En los alrededores del predio, se cuentan con líneas de transmisión de energía eléctrica operadas por las Comisión Federal de Electricidad (CFE). Los servicios requeridos para el proyecto son los siguientes:

1. **Suministro de Agua**. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, toda el agua será adquirida mediante pipas de proveedores locales autorizados para este servicio, mientras que el agua para consumo humano se dará en botellones de 20 litros, los cuales serán adquiridos a empresas purificadoras de agua.

   Durante la etapa de operación, se estima que el consumo de agua por habitación será de 1.5 m3/día, considerando las 175 habitaciones dobles, se espera un consumo de 262.5 m3/día. El agua será abastecida por el organismo operador municipal. El agua será utilizada para abastecer los servicios sanitarios, las albercas, el servicio de restaurantes y lavandería del hotel, así como también las actividades de limpieza en general. El proyecto se abastecerá de proveedores de agua autorizados.

2. **Gas L.P.**: El hotel requerirá el uso de este combustible para su uso en los restaurantes, así como en las calderas para proporcionar agua caliente a los huéspedes. Este combustible se almacenará en dos tanques de 10,000 litros cada uno, los cuales abastecerán tanto al área de servicios como a los restaurantes del hotel.

3. **Líneas de Transmisión de Electricidad**. Para la transmisión de la energía eléctrica generada, el proyecto se interconectará a líneas eléctricas de alta tensión, las cuales corren a lo largo del límite este de la propiedad y las cuales son operadas por la CFE, para lo cual el Promovente obtuvo un Oficio de Factibilidad con No. ZRM-DP LA/0594/2019.

   Como parte del proyecto se instalará una subestación de elevación y una de maniobras para la distribución de la energía generada en el sitio. El proyecto se interconectará a esta línea de alta tensión, mediante una línea de transmisión eléctrica que será instalada como obra asociada al proyecto.

4. **Telefonía.** En el caso de la telefonía, TELMEX alimentará el Hotel con líneas necesarias para su conmutador y la correcta operación del mismo, estas líneas telefónicas existentes en condominio, por lo que el servicio será convenido con esta empresa.

Es importante mencionar, que actualmente, el predio no cuenta con ningún servicio.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Programa de trabajo

Las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se planea sean ejecutadas en un plazo de 30 meses, mientras que, para las actividades de operación del sitio, se estima un periodo de 50 años de servicio, tal y como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla II.4 Programa de trabajo para el proyecto Hotel Puerto Aventuras

Actividad	**Mes**																														Año 3 al Año 49	Año 50
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preparación del sitio																																
Obtención de autorización de Impacto ambiental																																
Obtención de permisos municipales																																
Preparación y limpieza																																
Trazo topográfico																																
Desmonte																																
Nivelación del terreno																																
Conformación de subrasante																																
Construcción																																
Servicios																																
Ductos de la red de agua potable																																
Ductos de las redes de electricidad, alumbrado público y telefonía																																
Ductos de las redes de drenaje pluvial y drenaje sanitario																																
Cimentación de edificios																																
Edificio principal																																
Restaurante exterior																																
Restaurante tipo snack																																
Alberca																																

Actividad	**Mes**																													Año 3 al Año 49	Año 50
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Construcción de edificios																																
Edificio principal																																
Restaurante exterior																																
Restaurante tipo snack																																
Alberca																																
Acabados y jardinería																																
Jardines de los edificios																																
Etapa de operación																																
Servicios turísticos																																
Mantenimiento de instalaciones																																
Manejo de residuos																																
Manejo de aguas residuales																																
Control de emisiones																																
Abandono																																
Desmantelamiento																																
Demolición de edificios																																
Remoción de residuos																																
Nivelación del terreno																																
Mejoramiento de suelo																																
Reforestación																																

II.2.2 Representación gráfica local

Como se mencionó anteriormente, el Proyecto en cuestión, se pretende desarrollar en el Estado de Quintana Roo, dentro del municipio de Solidaridad, el cual cuenta con una franja de litoral en su extremo Este, es en esta ubicación donde se pretende realizar la construcción del Hotel Puerto Aventuras, en la siguiente figura se presenta la ubicación del predio en relación con el Estado y el Municipio.

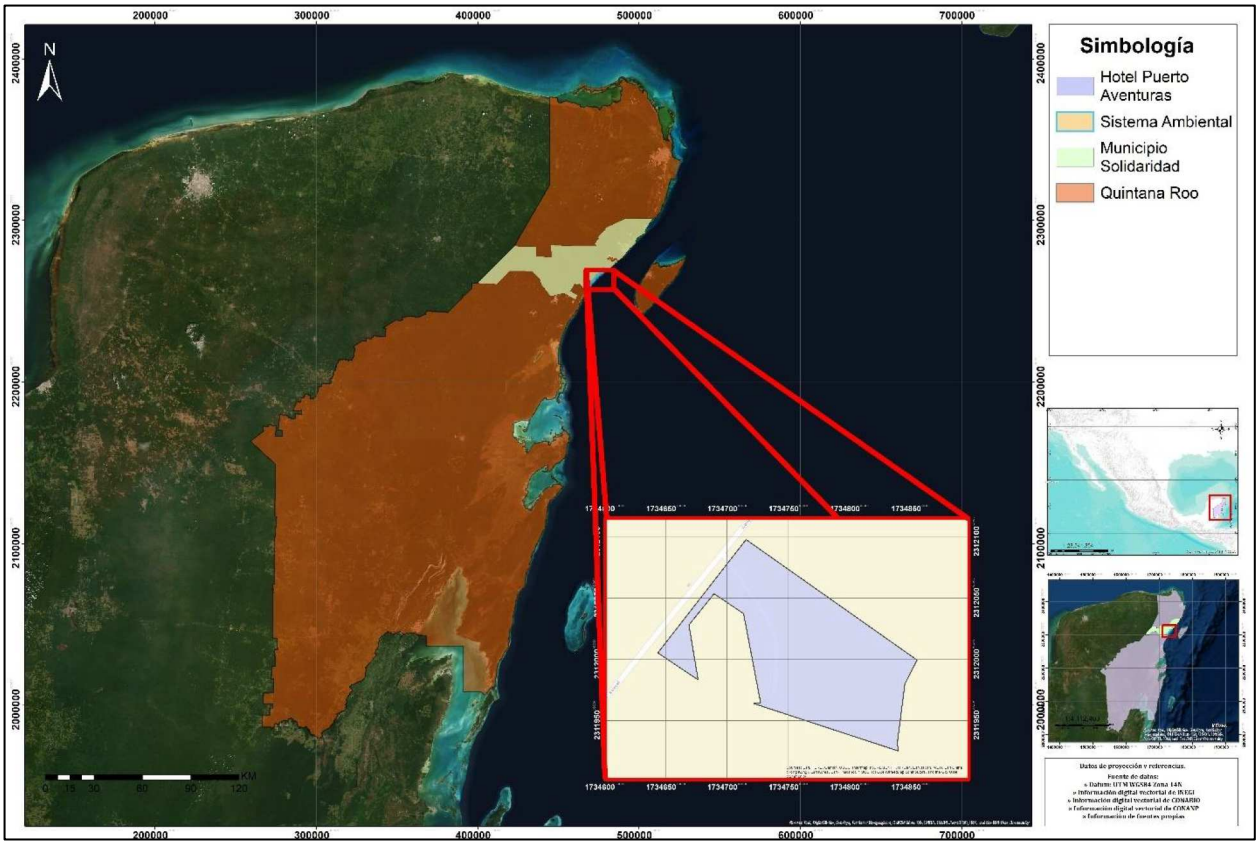


Figura II.2 Ubicación general del predio del proyecto, dentro del estado de Quintana Roo y el municipio de Solidaridad

II.2.3 Etapa de Preparación del sitio

Con respecto al Objetivo 1, referente a las actividades previas identificadas por la PROFEPA, es importante mencionar que dichas actividades no se realizaron con fines comerciales, sino que estas se adjudican a los usuarios de los predios aledaños. Sin embargo, el Promovente ha asumido las acciones establecidas en la resolución ambiental establecidas por la PROFEPA. Dado lo anterior, no se tiene una descripción de las actividades.

Con respecto al Objetivo 2, la etapa de preparación del sitio incluye todas las actividades necesarias para dar lugar a la construcción de las obras que contempla el Proyecto. Comprende principalmente el trazo, delimitación, marcaje, rescate de flora y fauna, limpieza, desbroce del terreno, despalme, excavación, relleno y nivelación en caso de ser necesario. Para la etapa de construcción, cabe señalar que, el inicio de los procesos de obra comenzará a partir de la obtención de los permisos y licencias

requeridos de competencia estatal y municipal, como se menciona en el Capítulo III de este documento. Una descripción de las actividades de construcción, se presentan continuación:

a. **Trazo y nivelación con equipo topográfico de las áreas de trabajo**. Esta actividad tiene por objeto colocar los puntos necesarios para la ubicación de los ejes de construcción, evitando así la realización de actividades en sitios no autorizados o no destinados para actividades del proyecto. La nivelación del terreno tendrá la función de los niveles necesarios para posteriormente realizar las actividades de construcción de las obras.

b. **Ahuyentamiento, marcado, rescate y reubicación de especies animales y vegetales**. De manera previa al despalme del terreno, en las áreas delimitadas y consideradas para el desarrollo del proyecto, se llevarán a cabo actividades de rescate de flora y fauna, con el objetivo de reubicar a los ejemplares que sean susceptibles de rescate y mitigar los impactos por la implementación del Proyecto. En el mismo sentido, se llevarán a cabo actividades de ahuyentamiento de fauna, previas a la entrada de maquinaria, para evitar que algunas especies que habitan en madrigueras, se encuentren en ellas durante las actividades de despalme.

   Se implementará una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo para identificar y marcar con cinta plástica aquellos ejemplares susceptibles de ser rescatados, con énfasis en aquellos que se encuentren bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y aunque no sea de observancia obligatoria, se rescataran individuos de especies de plantas listadas en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y de la lista roja de especies de la Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de flora y fauna Silvestres (CITES), así mismo, se rescataran individuos que por sus características representen elementos de gran importancia paisajística y de importancia comercial y/o de usos tradicionales en la zona. Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada, considerando la especie y talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio de trasplante definitivo con condiciones ecológicamente similares. Se identificará y registrará cada organismo rescatado.

   De manera paralela a las actividades de rescate de vegetación, un especialista en manejo de fauna recorrerá las áreas de desmonte con la finalidad de rescatar a especies de lento desplazamiento como: reptiles y mamíferos pequeños, incluyendo nidos de aves. Así mismo, se colocarán trampas para captura de mamíferos y reptiles, las cuales se describirán de manera detallada en el Programa de Rescate de fauna; lo anterior, busca asegurar un mayor número de individuos a reubicar. Los individuos rescatados se registrarán en una bitácora y se incorporarán en una base de datos específicamente diseñada para tal fin, posteriormente serán trasladados a áreas aledañas, ecológicamente similares. Previo a su traslado, cada organismo será identificado y registrado.

   Estas actividades se desarrollarán como parte del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

c. **Instalación de obras provisionales**. Se instalarán sanitarios portátiles y se colocarán contenedores para los residuos, debidamente identificados y con las dimensiones y características requeridas de acuerdo al tipo de residuos que recibirán (orgánicos, inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables, peligrosos o de manejo especial). El área de manejo de residuos se encontrará sobre una superficie de concreto y se contará con protecciones antiderrames, adicionalmente se contará con kits antiderrames para atender las posibles eventualidades de derrames.

   Dentro de las áreas provisionales, se instalará un almacén de sustancias y materiales, donde se incluirá una bitácora para el control de las entradas y salidas.

d. **Colocación de malla perimetral**. Se colocará una malla alrededor del predio para delimitar las áreas de trabajo, así como para evitar el paso de personas ajenas al sitio, para resguardar el lugar, evitando daños a terceros.

e. **Limpieza y desmonte del terreno**. Una vez efectuadas las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de flora y fauna, se llevarán a cabo las actividades de desmonte y limpieza de las áreas en donde se pretende llevar a cabo el Proyecto. Estas actividades consisten en la remoción de parte de la vegetación presente en el sitio, así como de la remoción de una capa de aproximadamente 20 cm de suelo en los sitios en donde se construirán estructuras permanentes. Los restos vegetales serán triturados mecánicamente y serán mezclados junto con el suelo removido, esté material será empleado en las labores de paisajismo, jardinería y desarrollo de áreas verdes o de conservación del Hotel.

f. **Mecánica de suelos**. Se realizará un estudio de mecánica de suelos con el propósito de asegurar que las cimentaciones de los diferentes edificios y estructuras que comprende el desarrollo del Proyecto. El número de perforaciones será determinado por el Ingeniero estructural para determinar la capacidad de carga del terreno.

g. **Excavaciones y rellenos.** Las excavaciones en los sitios programados se realizarán mediante retroexcavadoras de diferentes capacidades, se buscará reutilizar el material que sea extraído cuando este cumpla con las especificaciones y características físicas requeridas por el departamento de ingeniería. El material de relleno que sea necesario comprar, será obtenido a través de bancos de materiales autorizados.

h. **Bancos de Tiro.** El material pétreo no competente, producto de las actividades se dispondrá en Bancos de tiro autorizados, con el fin de que este material, no afecte zonas con vegetación, ni que represente una obstrucción de cauces superficiales.

i. **Fabricación de pilotes y colocación in situ**. Como resultado del cálculo estructural del edificio y la alberca, se obtendrán las especificaciones técnicas de los pilotes de concreto armado sobre los cuales se cimentarán las estructuras. En esta actividad se procederá a confeccionar y fabricar cada pilote de acuerdo con las características individuales especificadas en el proyecto con respecto al análisis de mecánica de suelos.

j. **Manejo de materiales, maquinaria y equipo**. Para la preparación del sitio, se requiere del uso de maquinaria pesada, vehículos para transporte de materiales y equipo entre otros. La maquinaria será provista por una empresa constructora, es importante mencionar que se le exigirá al contratista que el equipo y maquinaria que se utilizará se encuentre en óptimas condiciones mecánicas con la finalidad de evitar fallas y para minimizar los impactos innecesarios por la emisión de contaminantes a la atmósfera o la contaminación del suelo por fugas de aceite.

II.2.3.1 Obras y actividades provisionales

a. Suministro de baños portátiles. Se colocarán baños portátiles suministrados por una empresa especializada y autorizada para dichas actividades, a razón de 1 sanitario portátil por cada 15 trabajadores. La empresa contratada será la encargada de la limpieza, manejo y disposición de los residuos producidos por su uso.

b. Colocación de la bodega de obra. Se seleccionará un área céntrica en el predio para colocar una bodega temporal en donde se almacenarán materiales para la construcción, así como herramientas y equipo. Se colocará sobre una base con firme de concreto.

c. Patio de maniobras y materiales. Esta obra provisional estará ubicada cerca del acceso principal del predio, en esta área será en donde se aparcará la maquinaria, se podrá acopiar material y se podrán realizar reparaciones menores de maquinaria y equipo. Esta área contará con una cubierta con firme de concreto con un espesor de 12 cm y una guarnición perimetral para contener posibles derrames accidentales que pudieran presentarse y evitar la infiltración de contaminantes al subsuelo.

d. **Bancos de material**: Los materiales pétreos requeridos para las actividades de preparación del sitio y construcción, serán adquiridos en locales comerciales especializados o de bancos de material autorizados.

e. **Almacén temporal de residuos peligrosos**: Se contará con un pequeño almacén temporal de residuos peligrosos, el cual cumplirá con lo establecido en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR), en el cual los residuos serán segregados de acuerdo a sus características y almacenados de acuerdo a lo establecido en la legislación nacional. El almacenamiento estará ubicado en la parte oeste del predio en un espacio designado y acondicionado para este fin. No se prevé la instalación de estaciones y/o contenedores satelitales para el almacenamiento de este tipo de residuos. Los residuos serán dispuestos de acuerdo a sus características con prestadores de servicios autorizados para este fin, siguiendo de nueva cuenta, los criterios establecidos en la regulación aplicable.

A continuación, en la **Figura II.4**, se presenta la ubicación de las obras temporales para las actividades descritas en esta sección.

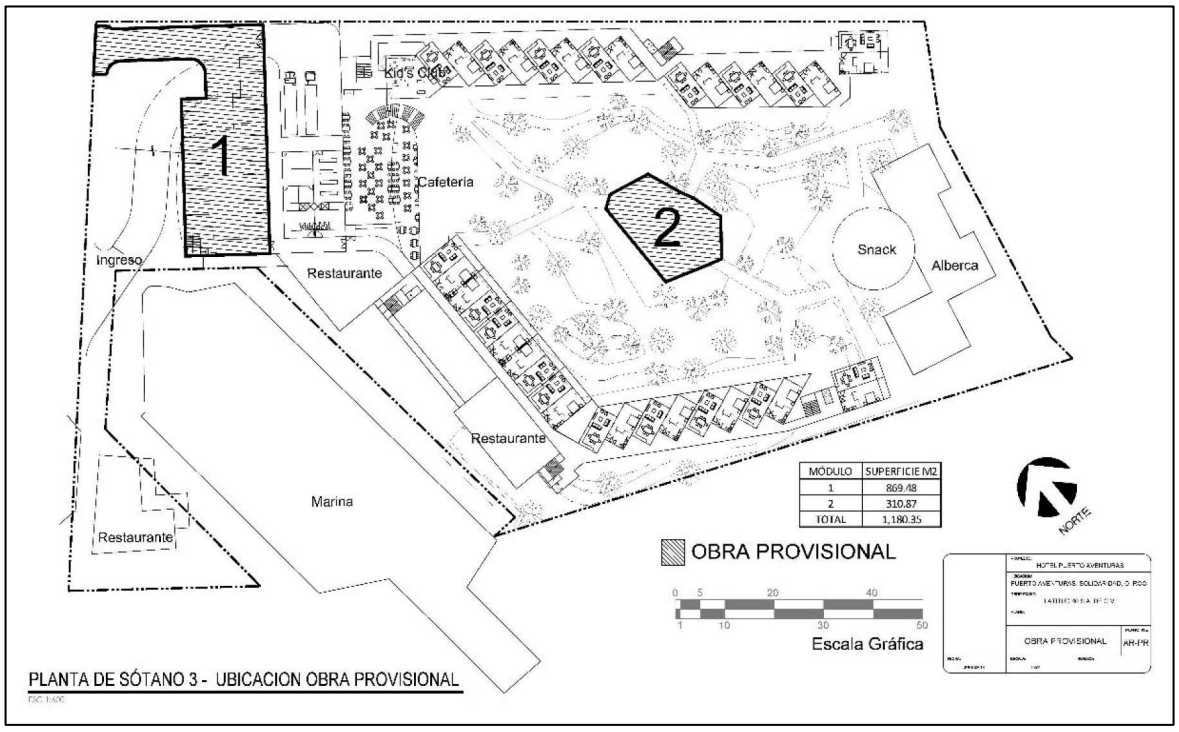


Figura II.3 Ubicación de obras temporales, la zona número 1 representa el Patio de maniobras y materiales, el área número 2, señala la ubicación de la bodega de obra.

II.2.3.2Etapa de construcción

Objetivo 1.

Con respecto a las actividades realizadas en el predio, las cuales fueron identificadas por la PROFEPA como actividades sin permiso de la autoridad ambiental, se señala que, no se tiene una descripción

precisa de dichas actividades. Sin embargo, estas no forman parte del Proyecto que se pretende desarrollar, por lo que no se considera realizar una descripción.

Objetivo 2.

A continuación, se describen las obras y actividades que se pretenden desarrollará durante la etapa de construcción del Hotel Puerto Aventuras. Por otra parte, el área que abarca cada una de las obras se puede ver en la Tabla 2, la cual presenta las superficies de las construcciones en relación al área del proyecto.

Edificio Principal.

Este será la obra principal del proyecto, contará con una superficie de desplante 0.25 ha. La construcción inicia con las excavaciones para la preparación de la cimentación, la cual estará conformada por pilotes y pilas de cimentación de concreto armado, con diferentes secciones y profundidades. Se colocarán contratrabes de concreto armado, desplantadas sobre una plantilla de concreto simple. Se colocará un firme de concreto armado con malla electro-soldada sobre plataforma de material de relleno mejorado compactado a 95% proctor. La estructura será a base de muros de carga de block 15x20x40 reforzados con castillos, columnas y trabes de concreto armado. Se colocarán losas de vigueta y bovedilla de poliestireno con capa de compresión reforzada con malla electrosoldada. Y se colocarán las losas de concreto armado en área de baños y terrazas para instalaciones.

El suministro de concreto se llevará a cabo utilizando Camiones Especializados para transportar Concreto (mezcladoras), a partir de un proveedor local. Una vez entregado el concreto, se ubicará dentro del sitio, una zona para la limpieza de estos vehículos y el material sobrante (residuos de concreto) se almacenará de manera temporal. Se buscará el reúso de este material residual (no peligroso) y aquel que no sea utilizado, se dispondrá como Residuos de Manejo Especial.

Es importante señalar, que uno de los requerimientos para la contratación del proveedor de concreto, es que cumpla con todas las autorizaciones de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo (SEMA), para la elaboración y traslado de concretos y premezclados.

Una vez realizadas las actividades anteriores, se procederá con los trabajos de albañilería y acabados que consistirán en realizar los aplanados sobre muros a base de mortero cemento-arena y macilla para acabado fino a tres capas, colocación de pisos, zoclos y lambrines en muros de baños de la piedra natural de la región de 40x40 colocados con pega mármol, colocación de plafones de Tablaroca en interiores y Durock en exteriores (pasillos y terrazas), y se aplicará la pintura vinílica.

Posteriormente, se seguirán con los trabajos de carpintería para la instalación de closets y otros accesorios en las habitaciones, colocación de la cancelería e instalaciones de servicios.

Las características de las instalaciones de servicios que se pretenden colocar en el Edificio son:

- Instalaciones eléctricas: estarán conformadas a base de tubería de pvc dentro de los muros, en los cuales se introducirá cable de cobre recubierto para la conducción de la energía.

- Las instalaciones hidráulicas del edificio se construirán a partir de base de tubería de pvc hidráulico a presión cedula 40 el agua provendrá de la cisterna de almacenamiento de agua que se estará ubicada dentro del mismo edificio.

- Las instalaciones hidráulicas que abastecerán a las habitaciones y a las áreas de servicio con agua caliente, serán construidas a base de cpvc, el cual es un termoplástico ampliamente utilizado para estos fines, el agua caliente, será provista por calderas, las cuales estarán ubicadas en el sótano del edificio.

- Las instalaciones hidráulicas para el manejo de las aguas sanitarias estarán construidas a base de tubería de pvc sanitario, las cuales tendrán su punto de descarga en el punto de interconexión con la red de drenaje municipal, en donde posteriormente se le proveerá tratamiento en la planta tratadora municipal

- Las instalaciones de aire acondicionado estarán conformadas a base de tubería de PVC hidráulico con aislante térmico y equipos de refrigeración ecológicos de acuerdo a ingeniería , las cuales contarán con una unidad central de bombeo y enfriamiento.

- En todas las habitaciones, así como en los baños de áreas comunes y en los vestidores para los trabajadores se instalarán llaves, mezcladoras y regaderas de acero inoxidable tipo cromo como parte de las instalaciones sanitarias. Los lavabos y baños sanitarios que se utilizarán en las instalaciones del hotel, estarán hechos de cerámica vitrificada color blanco, lo cual proveerá uniformidad en el diseño y ambientación del hotel.

Alberca

El hotel contará con una alberca como parte de las áreas de recreación y esparcimiento para los huéspedes del hotel, la alberca se desplantará sobre una superficie de 0.05 ha y estará a una distancia aproximada de 15 m de la línea de costa.

La construcción de la alberca comienza con las actividades de excavación en el sector Este del predio, esta instalación se encontrará en una de las zonas más cercanas a la playa. al igual que en el caso del edificio una vez que concluyan las excavaciones se proseguirá a realizar la cimentación de la alberca, con pilotes o pilas de longitudes determinadas por el estudio de mecánica de suelos, posteriormente se armará con refuerzo metálico la base, se colocarán en ella las tuberías sanitarias y se colará la base en concreto. Enseguida, se procederá a armar con refuerzo de acero los muros y se integrarán las instalaciones eléctricas, cimbrando y colando finalmente los muros. Finalmente se enchaparán los muros con venecianos, se conectarán los equipos.

Como servicio de soporte a la alberca, se contará con un cuarto de máquinas, el cual tendrá la función de recircular el agua, se le podrán añadir químicos para el mantenimiento de la alberca y podrá suministrar el agua con las condiciones adecuadas para el goce de los clientes.

Restaurantes

En el Sótano 3 se considera la construcción de cinco (5) elementos destinados a los servicios de alimentos y bebidas, cada uno con especialidades diferentes. En conjunto, estos restaurantes ocuparán una superficie de 0.14 ha. Estos elementos son:

- Restaurante de especialidades
- Restaurante gourmet
- Restaurante Buffet
- Cafetería
- Restaurante tipo Snack Bar

Restaurante exterior.

Este restaurante se encontrará al exterior del edificio principal y tendrá una capacidad para 100 personas. Para su construcción, se utilizarán materiales propios de la región, como son la madera y piedra labrada, en coordinación con muros en block de concreto perimetrales, los ventanales y puertas serán de madera y vidrio. Se iniciará el área de la cocina construyendo la base de piso y los muros de cerramiento en donde se colocarán las instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas para los equipos a usar, se revestirán los pisos de la cocina con vitrocerámica, así como los muros. La tabiquería interna del restaurant será con Durock y en área del buffet, las islas se revestirán con granito. Finalmente se

procederá a equipar la cocina y a instalar los muebles. Las tarjas de la cocina contarán con trampas de grasas.

Restaurante Tipo Snack Bar

Este restaurante estará ubicado en el área de la alberca, esto con la intención de proveer a los huéspedes que se encuentren en esa zona del hotel con la comodidad de acceso a comida cuando así lo deseen. El restaurante será construido con una estructura para un pergolado y techo liviano, con cimentaciones individuales para 6 columnas de madera que sostendrán el pergolado de marco de madera y elementos transversales de aluminio. El área de servicio será cerrada perimetralmente por un muro de 1.10 m. Al interior del área de servicio, se colocarán las instalaciones hidráulicas y eléctricas, como lo son una tarja y un mesón de trabajo donde se colocarán los equipos eléctricos a usar.

Andadores y vialidades

Infraestructura de movilidad que conecta las diferentes áreas al interior del Proyecto y contabilizan una superficie de 0.22 ha. Esta infraestructura contempla la construcción de: andadores, vialidades, lobby y lobby bar.

Las vialidades permitirán el acceso de los visitantes, proveedores y empleados al Hotel por medio de vehículos, teniendo como punto de encuentro el Motor Lobby (área de recepción de vehículos/personas).

Por otro lado, los andadores permitirán la movilidad al interior del Hotel, ya que conectará al edifico principal con las instalaciones exteriores, tales como restaurantes y la alberca.

Estas obras estarán construidas con material permeables, favoreciendo la libre recarga del subsuelo

II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

La operación del Proyecto "Hotel Puerto Aventuras" pretende integrar un complejo turístico con todos los servicios y amenidades de un Hotel Gran Turismo, en la zona residencial privada El Hotel contará con 175 habitacionesdobles y tendrá una capacidad de operación máxima de 10,500 personas al mes. El proyecto hotelero funcionará ininterrumpidamente las 24 horas, los 365 días del año. Ciertas áreas públicas o de uso común como la alberca, restaurantes, áreas de entrenamiento y comerciales tendrán horario de acceso limitado de 7:00 am hasta las 10:00 p.m. Las actividades de operación y mantenimiento requerirán de insumos y generarán residuos en las diferentes áreas del Hotel, en la **Figura II.4**, se muestra de manera gráfica la gestión de estos.

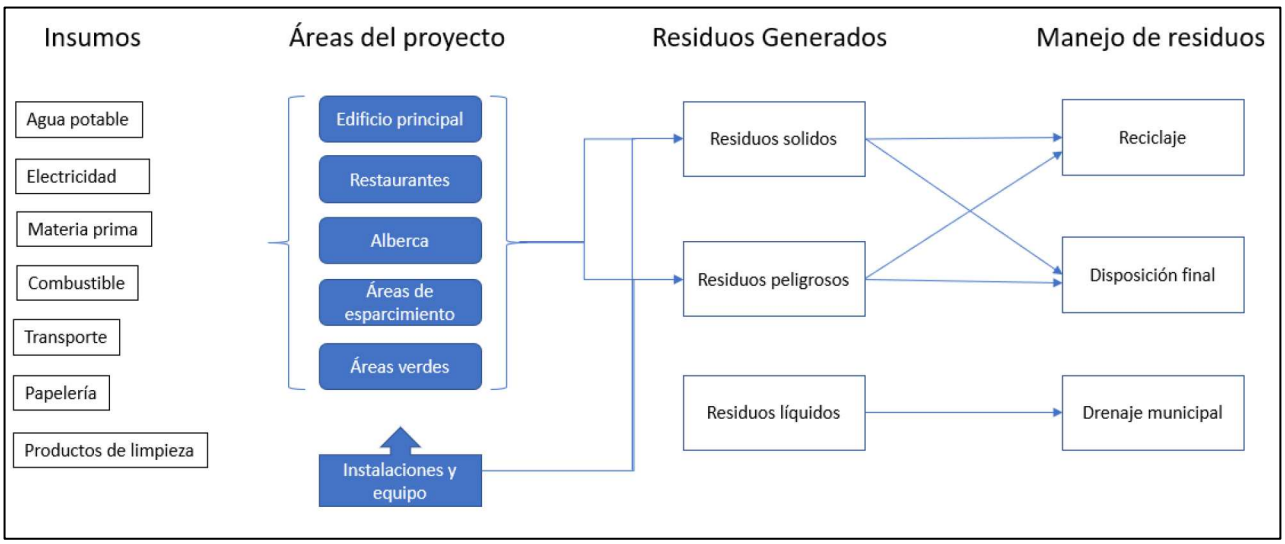


Figura II.4. Diagrama de generación de residuos y su manejo

En las siguientes figuras, se presenta el layout de las áreas que comprenderán el "Hotel Puerto Aventuras".

Figura II.5. Layout del Hotel Puerto Aventuras

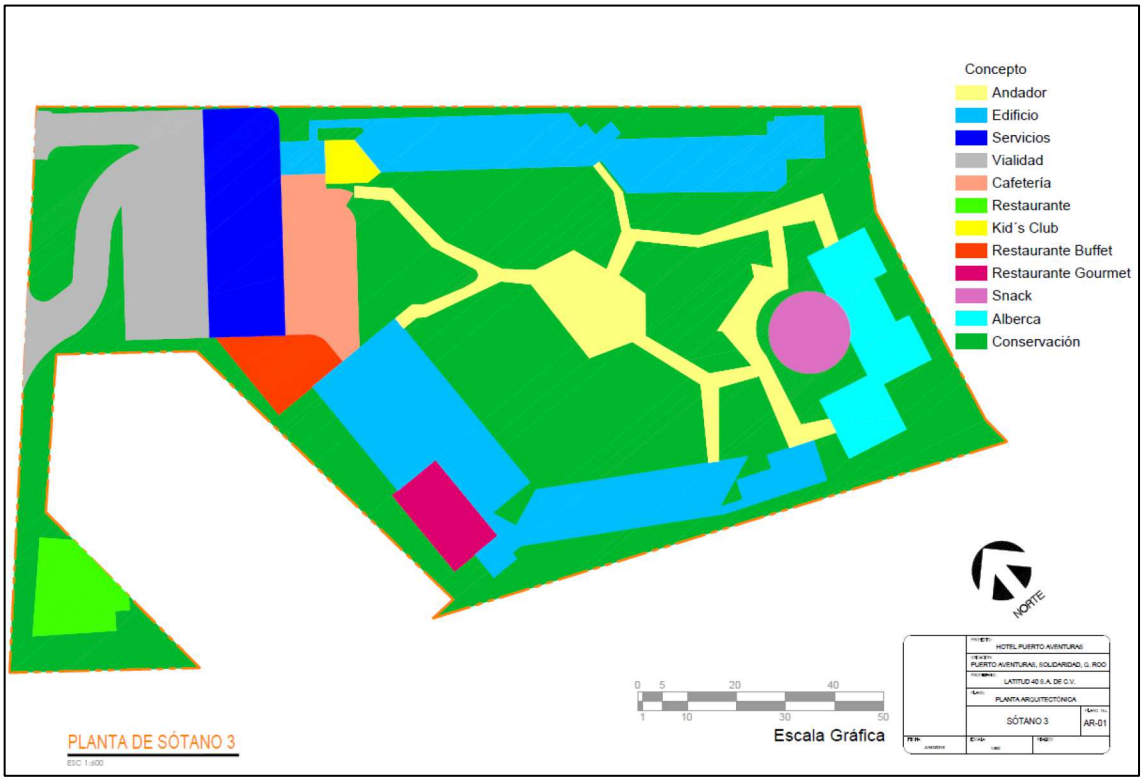


Figura II.6. Distribución de áreas del Hotel Puerto Aventuras

Durante la etapa de operación y mantenimiento se prevé la generación de 110 empleos directos y 440 empleos indirectos. El personal requerido para la etapa de operación será principalmente de tipo administrativo, de limpieza, vigilancia, responsables de cocina y personal dedicado a diversas actividades incluido el mantenimiento general de los equipos e instalaciones. En la Tabla que se presenta a continuación, se muestra el personal requerido por área.

Tabla II.5. Empleos generados directamente por el proyecto

Actividad/Áreas	Empleos Directos	Empleos Indirectos (Proveedores)
Mantenimiento	13	3
Restaurantes y Cafeteria	45	40
Limpieza y Áreas verdes	22	5
Administración	15	2
Recepción	12	0
Servicios de Transporte	4	25

Electricidad

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se requerirá de energía eléctrica para el funcionamiento los equipos de obra, así como para las oficinas y almacén provisional. El abastecimiento de este recurso se realizará a través de una conexión provisional a la red de abastecimiento del Plan Maestro Puerto Aventuras, a través de un contrato de servicios con la CFE. Para tal efecto, el promovente cuenta con un Oficio de Factibilidad, el cual establece que existe la factibilidad de proporcionar el suministro de electricidad por parte de la CFE (**Ver Anexo 2.5**).

El consumo estimado para el Proyecto, una vez que se encuentre en operación, será de 719 KW/h. La fuente de suministro será a través de la CFE a dos sub-estaciones, una para las áreas comunes de 500 KVA y otra para el edificio principal. Además, el Hotel contara con dos plantas eléctricas de respaldo, una ubicada en la subestación de las áreas comunes con una capacidad de 200 KW y otra en la para alimentar al edificio principal con una capacidad de 100 KW. La siguiente tabla muestra el consumo eléctrico estimado durante cada una de las etapas del proyecto.

Tabla II.6. Consumo de energía eléctrica durante las etapas del proyecto

Etapa	Consumo mensual (kw/h)
Preparación del sitio	150
Construcción	450
Operación	21,570

Energías Limpias

Adicionalmente, se considera la instalación de paneles solares para el suministro parcial de energía eléctrica al Proyecto, en un porcentaje equivalente al 10% del consumo total considerado para su operación (aproximadamente de 25,884 kw/h anuales).

La ubicación de los paneles solares se tiene determinada en la azotea del edificio principal, sin embargo, tanto su ubicación como el modelo a usar se definirán una vez que se hayan evaluado diferentes alternativas que se adapten técnica y económicamente a las necesidades del promovente.

Agua Potable

El agua potable requerida para las etapas de preparación y construcción del Proyecto se obtendrá por medio de la compra de garrafones comerciales. Mientras que, el agua cruda se comprará mediante pipas para abastecer la demanda requerida.

Durante la etapa de operación del Proyecto, el suministro de agua se realizará a través de la infraestructura del desarrollo Plan Maestro Puerto Aventuras. El consumo promedio de agua potable del Hotel en operación será de 262,500 litros/día, es decir 7,875 m³ por mes.

Tabla II.7. Consumo de agua por etapa en el proyecto Hotel Puerto Aventuras

Etapa	Consumo de agua potable m^3/mes	Consumo de agua cruda m^3/mes
Preparación	35	5,000
Construcción	1,750	15,000
Operación	7,875	3,000

Insumos

Derivado de las diferentes áreas que se instalarán en el Hotel Puerto Aventuras, a continuación, en la **Tabla II.8**, se presentan los insumos requeridos por área.

Tabla II.8. Insumos requeridos por área

Área	Consumo
Restaurantes y Cafetería	Gas LP 7,000 L/mes
	Agua 1,000 m^3/mes
Alberca	Agua 600 m^3/mes
	Productos de limpieza para albercas 60 L/mes
	Gas LP 5000 L/mes
Edificio principal	Gas LP 15000 L/mes
	Agua 6875 m3 L/mes
Regaderas de playa	Agua 300 m3/mes
Áreas verdes/Conservación	Agua 500 m3/mes

Para esta etapa del Proyecto, se considera la operación de los siguientes equipos:

- Caldera. El equipo de calentamiento operará a base de gas LP, la cual será utilizada para el calentamiento de agua de las habitaciones y de la alberca;
- Generador de Emergencia. Equipo que operará a base de Diesel, con capacidad de abastecer la infraestructura básica, este generador se utilizará en caso de una perdida de voltaje de las instalaciones. El equipo incluirá un tanque de 500L de Diesel, el cual contará con una contención secundaria de concreto, para evitar derrames fuera de este.
- Equipos de bombeo. Se instalarán equipos hidroneumáticos para el suministro de agua en las habitaciones y en las diferentes áreas del Hotel.

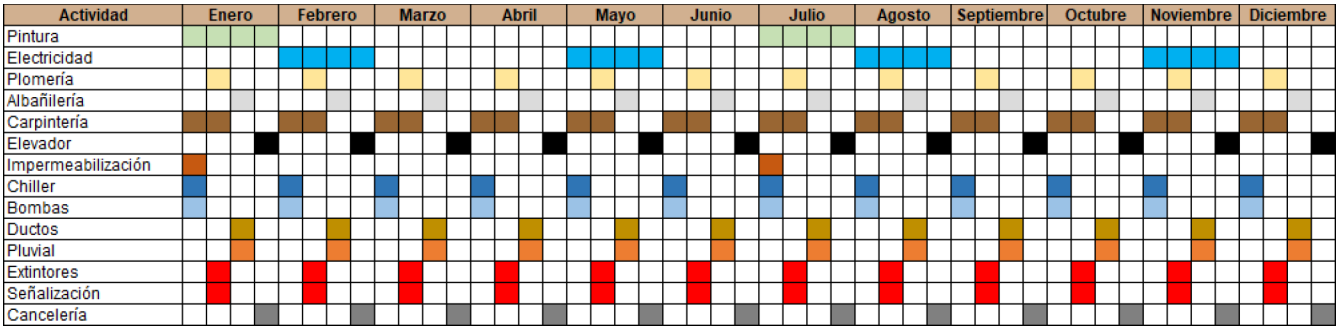
II.2.4.1 Programa de operación y mantenimiento

El programa de mantenimiento consiste en la clasificación de actividades con diferente periodicidad, ya sean diarias, semanales, mensuales, trimestrales y semestrales, las cuales se enlistan a continuación:

- Las actividades que se realizarán de forma diaria consisten en el riego de áreas verdes/Compensación, lavandería, aseo de habitaciones, aseo de cocina, limpieza de alberca, y limpieza de las instalaciones en general.
- Las actividades de mantenimiento que se llevarán a cabo con una frecuencia mensual consistirán en actividades de plomería en cualquiera de las instalaciones del hotel, mantenimiento a los elevadores, se limpiarán los canales pluviales, se limpiarán los ductos y se realizarán actividades de albañilería en general para mantener en perfecto estado de funcionalidad las instalaciones.
- Por otro lado, las actividades que se realizarán con una frecuencia trimestral es el mantenimiento a las instalaciones y a los equipos eléctricos tales como la subestación, bombas, y cualquier otro equipo que se contemple dentro de esta categoría.
- Finalmente, el mantenimiento semestral está reservado para actividades estéticas tales como la impermeabilización de los edificios y la pintura de las instalaciones.

En la **Tabla II.9,** se presenta de manera detallada el Programa Anual de Mantenimiento de las instalaciones del Proyecto Hotel Puerto Aventuras con la finalidad de garantizar su adecuado funcionamiento. Este calendario podrá presentar ligeras adecuaciones dependiendo de las necesidades que se presenten durante la operación del Proyecto.

Tabla II.9. Programa anual de mantenimiento del Proyecto



II.2.5 Etapa de abandono del sitio

Se estima que la vida útil del Proyecto sea de 50 años, el cual podría prolongarse por más tiempo, debido al mantenimiento oportuno a los equipos y a partir de las autorizaciones ambientales en caso de pretender dicha extensión. Una vez que el Proyecto concluya la vida útil, se desarrollara un programa de abandono de sitio, en el cual se establecerán los pasos para que se puedan volver a utilizarse de acuerdo al uso de suelo que existe en la zona. El plan de abandono incluirá de forma general las siguientes actividades.

1. **Desmantelamiento.** Se desmantelarán los edificios, equipos y tuberías, separando aquellas partes y componentes que sean considerados residuos peligrosos y de manejo especial, los cuales contarán con almacenamiento y disposición adecuada.

2. **Rehabilitación de áreas.** En caso de que se determine necesario y de acuerdo al uso que se pretenda dar al sitio, se quitara el concreto y asfalto, disponiendo de igual manera los residuos peligrosos y de manejo especial generados por estas actividades.

3. **Aviso a dependencias gubernamentales:** Se notificará al Municipio de Solidaridad, a la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y a la autoridad ambiental estatal, del cese de operaciones y por ende el cierre de las instalaciones para la cancelación y cierre de los permisos, licencias, registros, así como la ejecución de los planes de manejo ambientales existentes durante la etapa de operación del proyecto.

II.2.6 Utilización de explosivos

El presente proyecto no contempla el uso de explosivos durante ninguna de sus etapas.

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

II.2.7.1 Residuos sólidos

Residuos no peligrosos

Los residuos sólidos no peligrosos generados durante la operación del Proyecto, serán separados y clasificados desde su fuente de origen en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores específicos colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación. La disposición final de estos residuos, se llevará a cabo a través del servicio de limpia municipal. En el caso de los residuos sólidos reciclables (plásticos PET, aluminio, papel y cartón), serán recolectados periódicamente por empresas acreditadas oficialmente para tal efecto.

Residuos peligrosos

Derivado de la operación, se generarán los siguientes residuos peligrosos:

- Aceite gastado derivado del mantenimiento de la caldera y de los Aires Acondicionados.
- Trapo impregnado con aceite
- Residuos de pintura
- Trapo impregnado con pintura
- Envases de químicos vacíos
- Lámparas fluorescentes
- Filtros contaminados
- Mangueras impregnadas

Se contará con un pequeño almacén temporal de residuos peligrosos, el cual cumplirá con lo establecido en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR), en el cual los residuos serán segregados de acuerdo a sus características y almacenados de acuerdo a lo establecido en la legislación nacional. El almacenamiento será temporal en un espacio designado y acondicionado para este fin. No se prevé la instalación de estaciones y/o contenedores satelitales para el almacenamiento de este tipo de residuos. Los residuos serán dispuestos de acuerdo a sus características con prestadores de servicios autorizados para este fin, siguiendo de nueva cuenta, los criterios establecidos en la regulación aplicable.

Residuos líquidos

Para la etapa de operación y mantenimiento, se espera la generación de 200 m^3/día de aguas residuales, mismas que serán conducidas hasta el punto de interconexión con la red de drenaje del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras para su posterior tratamiento en la Planta tratadora del mismo desarrollo de Puerto Aventuras.

En el caso de residuos líquidos peligrosos generados comúnmente durante la etapa de operación y mantenimiento como son thinner, restos de pintura y esmaltes, estopas impregnadas de residuos y aceite industrial, serán almacenados temporalmente en contenedores plásticos o metálicos según corresponda en el PVA, con la finalidad de ser dispuestos de manera final, mediante prestadores de servicio autorizados.

II.2.7.2 . Generará gases efecto invernadero

Por la naturaleza propia del Proyecto, se espera la Generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que, de acuerdo con su alcance, la fuente de generación podrá ser Directa e Indirecta, a partir de la operación de una Caldera, un generador de emergencia y las estufas de los restaurantes. En la **Tabla II.10** se presentan los procesos en los cuales se espera la GEI según la etapa de implementación, así como el tipo de gases que se podrían generar.

Tabla II.10 Gases de efecto invernadero que se espera sean emitidos durante las diferentes etapas del proyecto.

Alcance	Preparación del sitio	Construcción	Operación
Directo	Se deberán a la combustión de los combustibles requeridos para la operación de la maquinaria y equipo que se usarán para el acondicionamiento del terreno	Combustión del combustible requerido para la operación de la maquinaria y equipo usado para la construcción del proyecto	Combustión del Gas LP utilizado para las cocinas y la caldera para proporcionar a gua caliente a las instalaciones del hotel.
Indirecto	Generados por el consumo de energía eléctrica que se utilizará para abastecer de energía las instalaciones provisionales, tales como oficinas, comedor, bodegas y demás. Así como la iluminación del predio	Consumo de energía eléctrica utilizada para abastecer las instalaciones provisionales del proyecto y la iluminación del predio	Consumo de energía eléctrica para la operación del proyecto. La cual será suministrada por la red de energía eléctrica del Plan Maestro Puerto Aventuras

II.2.7.3 Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida.

Para realizar la estimación de la emisión directa de CO2 equivalente de las obras y actividades del Proyecto durante la etapa de preparación, se aplicará la siguiente metodología de cálculo por factores de emisión de acuerdo con lo establecido en el Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015. Se calculará la cantidad que se genera de cada GEI mediante la aplicación de las siguientes fórmulas

$$E_{CO2} = VC * PC * FE_{CO2}$$

$$E_{CH4} = VC * PC * FE_{CH4}$$

$$E_{N2O} = VC * PC * FE_{N2O}$$

Dónde:

ECO2 - Emisiones de dióxido de carbono en toneladas [t]
ECH4 - Emisiones de metano en kilogramos [kg]
EN2O - Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]
VC - Consumo de combustible al año en litros [L] o metros cúbicos [m3]
PC - Poder calorífico de cada combustible [MJ/L o MJ/m]
FE - Factor de emisión de cada gas [t/MJ o Kg/MJ]

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Art. Sexto fracción 2, del Acuerdo (DOF,2015), sus valores se enlistan en la **Tabla II.11**. Dicho Acuerdo también señala que para la estimación de la emisión indirecta por consumo de electricidad se aplicará la siguiente fórmula:

$$E_{CO2e} = W_{Elect} * FE_{Elect}$$

Dónde:

ECO2e - Emisiones de dióxido de carbono equivalente proveniente del consumo de energía eléctrica [t CO_2e]
W_{Elect} - Consumo de energía eléctrica [MWh]
FE_{Elect} - Factor de emisión por consumo de energía eléctrica [t CO2/MWh]

El FE_{Elect} que se utilizará para realizar la conversión conforme al factor de emisión, corresponde al valor de 0.458 toneladas de CO2 / MWh, el cual fue publicado por la SEMARNAT

Tabla II.11. Factores de emisión para el cálculo de emisiones

Combustible	CO2 (t/MJ)	CH4 (t/MJ)	N2O (t/MJ)
Diesel	7.41E-05	4.15E-06	2.86E-05
Gasolina	6.93E-05	5.00E-05	2.00E-06
Electricidad CO_2 (t/MWh)			
Consumo	0.458		

A partir de la aplicación de las fórmulas y factores anteriores, en la **Tabla II.12** se presentan las estimaciones de la cantidad de emisiones de GEI que se generarán durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Tabla II.12 Estimación de la generación de gases de efecto invernadero durante el proyecto

Etapa de preparación del sitio					
Combustible	**Consumo (litros/año)**	**CO2 (t/MJ)**	**CH4 (t/MJ)**	**N2O(t/MJ)**	**Emisiones anuales GEI (tco2e/año)**
Gasolina	1296	2.9002	0.001	0.0003	3.0182
Diesel	18000	4.7148	0.0002	0.0002	4.7875
Electricidad	Consumo (kwh)	Emisiones anuales GEI (tco2e/año)			
Consumo	1800	0.8244			
Etapa de Construcción					
Gasolina	4320	9.6674	0.0035	0.0011	10.0608
Diesel	5760	15.0874	0.0008	0.0008	15.3201
Electricidad	Consumo (kwh)	Emisiones anuales GEI (tco2e/año)			
Consumo	5,400	2.4732			
Etapa de Operación					
Gas L.P.	133,608	218.6845	0.0035	0.0003	10.0608

Electricidad	Consumo (kwh)	Emisiones anuales GEI (tco2e/año)
Consumo	258,840	118.55

Con base en lo anterior, se estima que:

- El Proyecto generará 8.6302 tCO_2e de Gases de Efecto Invernadero anualmente durante la etapa de preparación del sitio.
- El Proyecto generará 27.8541 tCO_2e de Gases de Efecto Invernadero anualmente durante la etapa de construcción.
- El Proyecto generará 337.4221 tCO_2e de Gases de Efecto Invernadero anualmente durante su operación.

II.2.7.4 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

De acuerdo a las estimaciones realizadas en los apartados precedentes, en resumen, los gases de efecto invernadero que se generarán durante la preparación del sitio, la construcción, operación y abandono del proyecto, que comprende en total un periodo de 50 años, es principalmente CO", en el caso de los otros gases emitidos, se realizó la conversión a tCO2e. la siguiente tabla presenta la estimación de energía que será disipada con el proyecto.

Tabla II.13. Total de energía disipada por el proyecto

Etapa	Duración de la etapa (años)	Emisiones de toneladas CO2e anuales	Emisiones de toneladas CO2e Totales
Preparación del sitio	0.65	8.6302	5.61
Construcción	1.75	27.8541	48.74
Operación	46.6	337.4221	15,723.87
Abandono	1	27.8541	27.85
TOTAL	**50**		**15,806.08**

Como se puede observar, con base en la estimación de emisiones para la totalidad de los servicios y actividades que comprende el proyecto Hotel Puerto Aventuras, se tendrá una liberación de 15,806.08 toneladas de CO2e

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

Como se expone al inicio de este documento, la Manifestación de Impacto Ambiental considera dos objetivos. La presente vinculación se llevó a cabo para el *Objetivo 2*, el cual corresponde a la Preparación del sitio, Construcción y Operación de un Hotel, proyecto denominado "*Hotel Puerto Aventuras"*, ya que es la parte que se va a desarrollar y aquella que permanecerá a lo largo de la vida útil establecida para el Proyecto.

Con respecto al *Objetivo 1*, que corresponde a las actividades previas desarrolladas en el predio sin autorización de impacto ambiental, es importante aclarar que estas no permanecerán durante la vida útil del Proyecto, y se proponen medidas de resarcimiento del impacto causado.

III.1 Planes y Programas de Desarrollo

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) presenta una propuesta para la transformación de la vida pública de México para el bienestar de todos. Los objetivos y las estrategias que se plantean en este documento están encaminadas a atender las principales causas de fondo que han impedido el desarrollo nacional. El objetivo del PND será transformar la vida pública del país para lograr un mayor bienestar para todos.

El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas: 1) Justicia y Estado de Derecho; 2) Bienestar; y, 3) Desarrollo económico. Asimismo, se definieron tres ejes transversales: 1) Igualdad de género, no discriminación e inclusión; 2) Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública; 3) Territorio y desarrollo sostenible.

El eje general de *Justicia y Estado de Derecho*, tiene como objetivo el garantizar la construcción de la paz, el pleno ejercicio de los derechos humanos, la gobernabilidad democrática y el fortalecimiento de las instituciones del Estado mexicano. El proyecto es vinculable con el siguiente objetivo y estrategia:

1) Objetivo 1.9 Estrategia 1.9.1 Reducir el riesgo de desastres existente, así como mejorar el conocimiento y preparación de la sociedad para aumentar la resiliencia, con mecanismos de planeación y ordenamiento territorial y ecológico, con enfoque diferenciado centrado en las personas y sus derechos humanos.

   Vinculación con el Proyecto:
   Objetivo 2: La construcción y operación del Hotel Puerto Aventuras se pretende establecer dentro del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo. Dicho municipio ha tenido un crecimiento exponencial a partir del sector turístico, por lo que el Proyecto se encuentra alineado con la tendencia de desarrollo que ha tenido el municipio. Así mismo, el predio del Proyecto está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (PDU-Aventuras), el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio

de Solidaridad (PMDU-Solidaridad), con esto, se disminuye el riesgo de establecer el Proyecto en una zona de riesgo y/o generar un desequilibrio que pueda ocasionar un desastre.

El eje general de *Bienestar*, tiene como objetivo el garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios. El proyecto es vinculable con los siguientes objetivos y estrategias:

1) Objetivo 2.5 Estrategia 2.5.1 Conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales.

   Vinculación con el Proyecto:
   Objetivo 2: La construcción y operación del Hotel Puerto Aventuras, se establecerá dentro del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, que actualmente cuenta con infraestructura para servicios turísticos y que está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el PDU-Aventuras, el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad. El Sistema Ambiental definido para el Proyecto, presenta en su mayoría, Vegetación Secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia, con extensiones menores de Manglar, Selva Mediana Subperennifolia y usos no forestales del suelo como: sin vegetación aparente, urbano construido y cuerpos de agua, así mismo, el predio en cuestión presenta una Vegetación Secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia, por lo que no se prevé que las actividades puedan ocasionar un desequilibrio en los ecosistemas terrestres y/o acuáticos.

2) Objetivo 2.5 Estrategia 2.5.2 Aprovechar sosteniblemente los recursos naturales y la biodiversidad con base en una planeación y gestión económica comunitaria con enfoque territorial, de paisajes bioculturales y cuencas.

   Vinculación con el Proyecto:
   Objetivo 2: La operación del Hotel Puerto Aventuras, no representa una presión de aprovechamiento sobre los recursos naturales y la biodiversidad, ya que las actividades no contemplan un uso sistemático de estos. En este mismo sentido, el Proyecto pretende instalarse en una zona con vocación turística, lo cual ampliara la oferta de servicios turísticos y por ende la demanda de mano de obra de las comunidades y provisión de alimentos de proveedores locales, para cubrir las diferentes etapas del Proyecto.

3) Objetivo 2.5 Estrategia 2.5.8 Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental.

   Vinculación con el Proyecto:
   Objetivo 2: El Proyecto promoverá una adecuada gestión ambiental de sus actividades e implementará, un sistema de vigilancia y control internos, establecidos en el Programa de Vigilancia Ambiental, con el objetivo de prevenir la contaminación y la degradación ambiental en todas las etapas del Proyecto.

4) Objetivo 2.6 Estrategia 2.6.3 Fomentar la supervisión ambiental eficaz, transparente y participativa para la prevención y control de la contaminación del agua.

   Vinculación con el Proyecto:

Objetivo 2: El proyecto utilizará agua para los servicios generales, que incluyen sanitarios, limpieza general y lavandería, así como para la alberca. El mayor volumen de agua residual se deriva de los servicios generales, ya que la alberca tendrá una recarga periódica por la perdida por evaporación. El agua residual generada será dirigida al sistema de drenaje del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, en donde posteriormente será dirigida a la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, por lo que no se prevén descargas al suelo o a ningún cuerpo de agua o bien nacional.

5) Objetivo 2.8 Estrategia 2.8.1 Promover acciones de planeación de carácter regional, estatal, metropolitano, municipal y comunitario en materia de desarrollo urbano y ordenamiento territorial y ecológico con criterios de sostenibilidad, accesibilidad, de mitigación y adaptación al cambio climático, asegurando la participación de los tres órdenes de gobierno, los sectores sociales, privado y la academia, así como los pueblos y comunidades indígenas.

   Vinculación con el Proyecto:
   Objetivo 2: La construcción y operación del Hotel Puerto Aventuras, se establecerá dentro del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, que actualmente cuenta con infraestructura para servicios turísticos y que está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el PDU-Aventuras, el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad. El Proyecto se centra en la instalación de infraestructura turística, lo cual se ajusta a la tendencia de desarrollo del Estado de Quintana Roo.

6) Objetivo 2.11 Estrategia 2.11.6 Promover y garantizar el empleo digno con enfoque de género, juventud, inclusión y no discriminación.

   Vinculación con el Proyecto:
   Objetivo 2: El proyecto en cuestión generara empleos directos e indirectos a lo largo de sus diferentes etapas. El promovente como patrón, cumplirá con la normatividad aplicable en materia de derechos y obligaciones de los trabajadores con el fin de respetar sus derechos laborales y dará preferencia a personal proveniente de las comunidades cercanas, sin establecer restricciones por cuestiones de género, edad, clase social, etnia o raza, religión y/o preferencias sexuales.

El eje general de Desarrollo económico tiene como objetivo el incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio. El proyecto es vinculable con los siguientes objetivos y estrategias:

1) Objetivo 3.10 Estrategia 3.10.1. Promover políticas para la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en sectores productivos, así como promover y conservar sumideros de carbono.

   Vinculación con el Proyecto:
   Objetivo 2: Como parte de las políticas públicas que pretende promover este objetivo, es importante mencionar que las emisiones a generar por el proyecto serán mínimas, ya que resultan únicamente de la combustión de gas LP de la Caldera. Adicionalmente, los sistemas de enfriamiento (aires acondicionados) utilizarán gases refrigerantes establecidos como no agotadores de la capa de ozono por el protocolo de Montreal y de esta manera, también se evita el uso de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

III.2 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

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

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

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre del 2012 y este comprende, la regionalización ecológica, así como los lineamientos y estrategias ecológicas que rigen a lo largo del país. La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integren a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo.

La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio, hacia el interior de cada unidad y como resultado, la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronostico, y para construir la propuesta del POEGT. Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. El POEGT comprende 80 regiones ecológicas que fueron definidas por los sectores del desarrollo, denominados también Rectores, los cuales resultaron en un número de 34 y que se combinaron con 18 Políticas Ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación). Cada región debe ser considerada en función de un nivel de atención prioritaria que se da en una escala de 5 niveles.

El presente proyecto se enmarca en la Región Ecológica 17.33 del POEGT, específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo, la cual abarca el Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo, con una superficie de 59,542.35 Km^2. Esta UAB tiene como política ambiental la Restauración, Protección y Aprovechamiento sustentable. De acuerdo a este mismo documento, el estado del medio ambiente se catalogó en 2008, como inestable con un nivel muy alto de degradación de la vegetación una degradación media del suelo, el escenario para 2033, es que pasará de inestable a crítico.

En la **Figura III.2**, se muestra la ubicación del proyecto en relación al POEGT, en la **Tabla III.1**, se especifica la política ambiental y las estrategias aplicables de la UAB 62, en la **Tabla III.2**, se realiza la

vinculación con las estrategias aplicables, con el fin de evidenciar la compatibilidad de las obras y actividades propuestas con dicho instrumento normativo.

Tabla III.1 Unidad Ambiental Biofísica, Política Ambiental y Estrategias

Región Ecológica	UAB	Política Ambiental	Estrategias Sectoriales
17.33	62	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Figura III.2. Ubicación del Proyecto en el Mapa de UAB's del POEGT

Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
1	Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad	El Sistema Ambiental definido para el Proyecto, presenta en su mayoría, Vegetación Secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia, con extensiones menores de Manglar, Selva Mediana Subperennifolia y usos no forestales del suelo como: sin vegetación aparente, urbano construido y cuerpos de agua, así mismo, el predio en cuestión presenta una Vegetación Secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia, por lo que no se prevé que las actividades puedan ocasionar un desequilibrio en los ecosistemas terrestres y/o acuáticos
2	Recuperación de especies en riesgo	El Sistema Ambiental (SA) presenta una fragmentación originada por la transformación del paisaje, producto de las actividades humanas relacionadas en su mayoría al Sector Turismo. En el SA se presenta una especie endémica, de nombre común Despeinada (Nombre maya: Ts' ipil, nombre científico *Beucarnea pliabilis*), que además está en la categoría de amenazada, en el Sitio del Proyecto esta No está presente. Para el SA se encuentran especies de flora bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 siendo: las especies palma kuka, mangle botoncillo, palma chit, mangle blanco, el cedro y el guayacán. Para el SP hay tres especies con categoría de norma, las cuales son el mangle botocillo, palma chit y palmita, los cuales serán reubicados En cuanto especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el SP se observaron dos especies de aves el perico frentiblanca y pechisucio, bajo el estatus de protección, dos especies de reptiles que son la iguana verde bajo estatus de protección e iguana negra bajo amenaza, de anfibios el sapo excavador bajo la categoría de protección. Por lo que se ejecutará un Programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de las actividades y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna.

Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Para la elaboración de este documento, se realizó una línea base de flora y fauna, con el objetivo de conocer el medio y de esta manera, tener elementos para evaluar los impactos de la operación de un Hotel al medio ambiente. De esta manera, se generaron listados de especies, lo que permitió contrastar con la información disponible, haciendo de esta manera un análisis del impacto del proyecto a los ecosistemas.
4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales	Como parte del proyecto no se prevé el aprovechamiento sistemático de ecosistemas, especies o recursos genéticos de la región. Únicamente en la etapa de construcción, se utilizarán algunos recursos naturales como: agua, arenas, gravas y material para relleno y construcción, así como maderas y lozas para los acabados del Hotel. Es importante mencionar, que todos estos materiales serán adquiridos con proveedores autorizados.
5	Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	El proyecto no involucra actividades agrícolas ni pecuarias por lo que esta estrategia no le es aplicable.
6	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	El modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas, no es atribución del promovente, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.
7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	El proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos forestales, por lo que esta estrategia no le es aplicable.
8	Valoración de los servicios ambientales	Durante la elaboración del presente documento, se llevó a cabo una valoración de los elementos naturales que proveen servicios ambientales (agua, aire, suelo, vegetación, etc.), así como el impacto del Proyecto hacia estos. De esta manera la estimación de las descargas al ambiente, se presentan en el Capítulo II, mientras que la evaluación de los potenciales impactos al ambiente, se evalúan en el capítulo V.
12	Protección de los ecosistemas	La promovente, implementará medidas de prevención y mitigación, las cuales serán manejadas a través de un Plan de Vigilancia Ambiental y estas se establecen en el Capítulo VI.

Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	El proyecto no utilizará agroquímicos ni biofertilizantes como parte de sus operaciones, por lo que esta estrategia no es aplicable.
14	Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios	El Proyecto no involucra el aprovechamiento de ecosistemas forestales y/o suelos agropecuarios, por lo que lo dispuesto en esta estrategia no es aplicable.
21	Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	EL Proyecto no tendrá incidencia en el diseño de las políticas públicas para el sector turismo; Sin embargo, el Proyecto incrementará la oferta de servicios turísticos en la región.
22	Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El Proyecto pretende instalarse en una zona con vocación turística, lo cual ampliara la oferta de servicios turísticos y por ende la demanda de mano de obra y personal calificado de los centros de Población, y la provisión de alimentos de proveedores locales, para cubrir las diferentes etapas del Proyecto.
23	Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	Como se menciona en el Capítulo II, la zona turística de Puerto Aventuras, cuento con una infraestructura consolidada, la cual favorece al municipio de Solidaridad y la región en general, haciendo atractivo para los visitantes, áreas turísticas fuera de las zonas más conocidas dentro del Estado de Quintana Roo. En este mismo sentido, se incrementará la demanda de mano de obra en la región para cubrir las diferentes etapas del Proyecto, así como la demanda de alimentos y servicios turísticos diversos (visitas guiadas a recintos culturales, compra de artesanías, entre otras) de proveedores locales. El promovente cumplirá con todas sus obligaciones como empleador, y beneficiará la contratación de mano de obra y personal calificado de las localidades cercanas al Proyecto.
31	Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas	El Proyecto impulsará el crecimiento de la localidad de Aventuras, el cual creció a la par del desarrollo turístico Puerto Aventuras. En conjunto, este Centro de Población se encuentra dentro de un Programa de Desarrollo Urbano y un Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, lo cual regula el crecimiento estructurado de este Centro de Población.

Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
32	Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	Como se menciona en el punto anterior, el Centro de Población Puerto Aventuras, se encuentra regulado por el Programa de Desarrollo Urbano de este Centro Poblacional, así como por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, lo que permite un crecimiento ordenado y a la vez incrementa la fortaleza económica a partir del desarrollo del sector turístico.
36	Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza	Ninguna de las etapas del proyecto consta de actividades agroalimentarias o de aprovechamiento de biomasa, por lo que esta estrategia no es atribuible al promovente.
37	Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas	El proyecto no se encuentra dentro de una región con una fuerte y/o reconocida vocación agraria; sin embargo, las políticas de contratación del promovente incluyen la contratación de personal sin importar el género, raza, condición social y/o preferencias sexuales.
38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El Proyecto atraerá turistas que, por la ubicación geográfica del lugar, visitaran cenotes, sitios arqueológicos, lo que promoverá el desarrollo de comunidades cercanas a estos puntos de interés. En este mismo sentido, las políticas de contratación del promovente incluyen la contratación de personal sin importar el género, raza, condición social y/o preferencias sexuales.
39	Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	El Proyecto pertenece al sector turístico, y no tiene como objetivo, la integración de servicios de salud a las comunidades, ya que se instalará dentro de un desarrollo turístico consolidado. Esta estrategia no es atribuible al Proyecto.
40	Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita	El Proyecto pertenece al sector turístico, y no tiene como parte de sus objetivos, la asistencia social a grupos vulnerables; Sin embargo, el incremento en la oferta de servicios turísticos abrirá una pequeña ventana de oportunidad que puede detonar en una escala moderada, la mejora económica de las poblaciones aledañas.

Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
	en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
42	Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto se establecerá en un predio propiedad del Promovente, el cual no se encuentra bajo ningún litigio, por lo que esta en conformidad con esta estrategia.
43	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos	El proyecto no involucra actividades agrarias en ninguna de sus etapas por lo que esta estrategia no le es aplicable.
44	Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El Proyecto impulsará el crecimiento de la localidad de Aventuras, el cual creció a la par del desarrollo turístico Puerto Aventuras. En conjunto, este Centro de Población se encuentra dentro de un Programa de Desarrollo Urbano y un Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, lo cual regula el crecimiento estructurado de este Centro de Población

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 24 de noviembre del 2012 y es un instrumento de política ambiental, cuyo objeto es regular el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

El área sujeta a ordenamiento ecológico tiene una extensión de 995,483.2 km^2 y está integrada por los siguientes dos componentes:

1) **Área Marina**, que comprende las áreas ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de competencia federal con parte de su extensión en la zona marina. El área marina tiene una extensión de 827,023.8 km^2.

2) **Área Regional**, que 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 tres ANPs de competencia federal que no tienen contacto directo con el mar y 14 ANP estatales. El área regional tiene una extensión de 168,462.4 km^2.

En la Figura que se presenta a continuación, se muestra el área sujeta a ordenamiento por el POEMyRGMyMC,

Figura III.3. Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico

Fuente: Diario Oficial de la Federación, publicación del 24 de noviembre de 2012.

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

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA), son áreas del territorio, definidas a partir de elementos homogéneos, a las que se les asignan lineamientos y estrategias ecológicas para mantener su funcionalidad. El estado deseable de cada UGA se refleja en la asignación de la política ambiental y el lineamiento ecológico que le corresponde. Debido a su extensión y complejidad territorial, el modelo de ordenamiento ecológico contiene 203 tipos diferentes de UGAs clasificadas en Marinas y Regionales.

Los lineamientos ecológicos incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGAs, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados, mientras que, las estrategias ecológicas se componen de 26 enunciados, las cuales están orientadas al logro de los lineamientos ecológicos. Para cada una de las estrategias se desarrollaron acciones generales las cuales aplican para todas las UGAs, así como acciones específicas las cuales se asignan dependiendo de sus características.

Adicionalmente, el POEMyRGMyMC considera los siguientes criterios de regulación ecológica:

1) **Criterios de regulación ecológica para Islas**, que tienen como fin preservar estos ambientes costero-marino particulares; y,

2) **Criterios de regulación ecológica para la Zona Costera Inmediata (ZCI),** dividida en 6 zonas, cuyo fin es precisar acciones a implementar para el desarrollo de actividades en la zona marina adyacente a la línea de costa.

En la **Figura III.4**, se muestra la ubicación del proyecto con respecto a las Unidades de Gestión Ambiental.

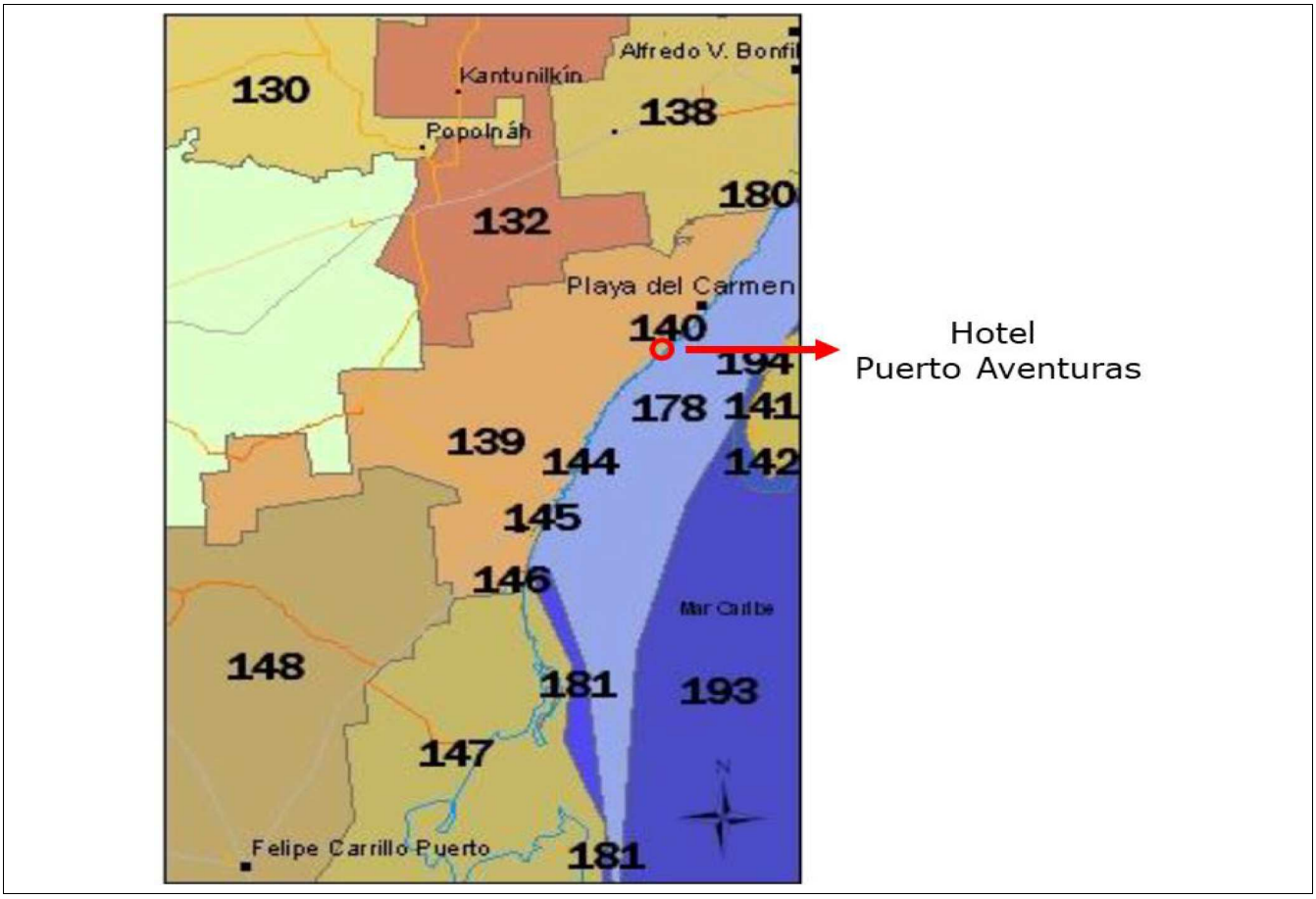


Figura III.4. Ubicación del proyecto en el Mapa de UGA´s del POEMyRGMyMC

En la **Tabla III.3**, se especifica la UGA, los lineamientos ecológicos, acciones y criterios de regulación ecológica aplicables al proyecto.

Tabla III.3. Unidades de Gestión Ambiental, Lineamientos Ecológicos y Acciones

UGA	Lineamientos Ecológicos	Acciones Generales	Acciones Especificas	Criterios de Regulación Ecológica
UGA139	1 al 27	Todas	A-001 a A-003, A-005 a A-033, A-037 a A-040, A-044, A-046, A-050 a A-072 y A-077.	Zona Costera Inmediata Mar Caribe

En la **Tabla III.4**, se muestran los lineamientos ecológicos y estrategias aplicables al proyecto, mientras que en la **Tabla III.5,** se realiza la vinculación con las Acciones Generales, Especificas y los Criterios de Regulación Ecológica aplicables según la ubicación geográfica del proyecto, con el fin de evidenciar la compatibilidad de las obras y actividades propuestas con dicho instrumento normativo.

Tabla III.4. Lineamientos y Estrategias aplicables al proyecto.

Lineamiento Ecológico	Estrategias	Acciones
Área sujeta a ordenamiento con actividades humanas sustentables que no actúan sinérgicamente con los principales factores de Cambio Climático Global (Temperatura y Precipitación) que no alteran la estructura y funcionalidad de los ecosistemas.	Acción ante el Cambio Climático Global (CCG).	G006, G007, G025, G037, G038, G057, A024
Alta calidad del aire en el área sujeta a ordenamiento.		
Bajo consumo de combustibles fósiles para la satisfacción de la demanda energética de la región.	Incremento en la participación de energías limpias.	G027, G028, G029, G031, G032, G033, A033, A034, A035, A036, A037, A038
Mantenimiento de playas y condiciones adecuadas para la anidación de tortuga marina.	Conservación de la Biodiversidad	G003, G004, G005, G008, G009, G026, A007, A008, A009, A010, A018
Área sujeta a ordenamiento con baja marginación y alto nivel de bienestar humano	Impulso a la dotación de servicios básicos a las comunidades.	G045, G046, A059, A061
Formulación e implementación de planes y programas de planeación territorial, como POET, POEL, PDU y PPDU para toda el área sujeta a ordenamiento, incluyendo estrategias de evaluación y seguimiento de estos.	Impulso y aplicación de la Planeación Ambiental y Territorial.	G019, G059
	Impulso a las actividades productivas.	G047, A074, A075, A076, A077, G064, G012
100% de residuos biológico-infecciosos con adecuada captación, manejo y disposición final en el área sujeta a ordenamiento.	Manejo Integral de Residuos Peligrosos	G053, G058
100% de residuos líquidos municipales con tratamiento y disposición adecuado.	Manejo Integral de descargas de agua.	G054, A063, A064, A065, A066, A067, G051

Tabla III.4. Lineamientos y Estrategias aplicables al proyecto.

Lineamiento Ecológico	Estrategias	Acciones
Descargas de agua emitida por las plantas de tratamiento con tratamiento terciario o con calidad adecuada para el mantenimiento de la vida silvestre y el equilibrio ecológico de acuerdo con la normatividad vigente		
Capacidad para la captación, manejo y disposición final del 100% de residuos sólidos urbanos en el área sujeta a ordenamiento.	Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos	G052, G056, A068, A069, A070, G058
Minimizar los problemas de inundación y azolvamiento en la cuenca.	Manejo integral del agua.	G001, G002, A005, A006, A100, A019
Tasas de extracción de los acuíferos moderadas.		
Ausencia de infraestructura que modifique el perfil costero o los patrones de circulación y arrastre de materiales de las corrientes alineadas a la costa.		
Emisiones de productos contaminantes del suelo por actividades industriales en el área sujeta a ordenamiento controladas.	Prevención de la contaminación.	A020, A022, A023, A025, A026, A046, G061, A004
Baja vulnerabilidad de la población ante los fenómenos hidrometeorológicos extremos	Prevención o mitigación en su caso de los efectos de la ocupación de espacios amenazados por los efectos de las precipitaciones.	A057, G015

Tabla III.4. Lineamientos y Estrategias aplicables al proyecto.

Lineamiento Ecológico	Estrategias	Acciones
	Prevención y mitigación de riesgos hacia la población.	G023, G048, G049, G050, A058, A060, G017
Bajo deterioro de la biodiversidad de los ecosistemas en el área sujeta a ordenamiento.	Fomento de la planeación y Ordenamiento de los asentamientos humanos e industriales.	G041, A050, A051, A071
Patrón ordenado de ocupación del territorio en el área sujeta a ordenamiento.		
Ecosistemas íntegros y poblaciones con bajo riesgo ante fenómenos naturales en el área sujeta a ordenamiento.		
Mínimo conflicto y presión de las actividades turísticas con el resto de las actividades productivas de la región, ecosistemas, bienes y servicios ambientales.	Promoción y regulación de las actividades turísticas bajo esquemas de sustentabilidad.	A072, A073, A078, A079, A080, A081, A082, A083, A084, A085, A086, A087, A088, A089, G011
	Protección de los ecosistemas costeros.	A012, A027, A028, A029, A030, A031, A032, G060, G043, G065
Estados saludables de las poblaciones de especies sujetas a algún tipo de explotación.	Recuperación de la Salud y el Potencial Productivo de las Pesquerías	G044, A040, A041, A042, A043, A044, A045, A047, A048, A049, G063 A090, A091, A092, A093, A094, A095, A096, A097, A098, A099
Área sujeta a ordenamiento con cobertura vegetal conservada y con la mayor distribución posible	Recuperación y consolidación de la cobertura vegetal.	G016, A017
Área sujeta a ordenamiento con conectividad de los ecosistemas costeros		

Tabla III.4. Lineamientos y Estrategias aplicables al proyecto.

Lineamiento Ecológico	Estrategias	Acciones
Área sujeta a ordenamiento con sistemas saludables de duna costera y ecosistemas asociados.	Recuperación y protección de la biodiversidad del área sujeta a ordenamiento.	A015
Bajo o nulo deterioro de la biodiversidad de los ecosistemas en el área sujeta a ordenamiento.	Regulación de las actividades agropecuarias.	G010, G021, G022, A052, A053, A054, A055, A056, G062
	Control de especies exóticas	G013, A013
	Promoción de la Conservación y Restauración de los bosques y selvas del área sujeta a ordenamiento.	G024, A011, A015, G014
	Promoción de la Conservación y Restauración de los manglares y humedales.	G018, G020, G055, A014, G039
Bajo consumo de combustibles fósiles para la satisfacción de la demanda energética de la región.	Aprovechamiento sustentable de la energía.	G030, G034, G035, G036
Control eficiente en el manejo y comercialización de agroquímicos en el área sujeta a ordenamiento.	Utilización Responsable de Agroquímicos.	A001, A002, A003, A039

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
Acciones Generales		
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El proyecto utilizará agua para los servicios generales, que incluyen sanitarios, limpieza general y lavandería, así como para la alberca. El mayor volumen de agua residual se deriva de los servicios generales, ya que la alberca tendrá una recarga periódica por la perdida por evaporación. El agua residual generada será dirigida al sistema de drenaje del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, en donde posteriormente será dirigida a la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, por lo que no se prevén descargas al suelo o a ningún cuerpo de agua o bien nacional.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	El establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos no es atribuible a la operación; Sin embargo, el promovente pagará los derechos de agua correspondientes, promoviendo de esta forma el cumplimiento de las obligaciones por el uso de este vital líquido.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto se establecerá dentro de una zona con vocación turística, dentro de un desarrollo turístico actualmente en operación. La región donde se ubica el Proyecto, está regulada por Planes y Programas de Desarrollo urbano. La creación de Unidades de Manejo Ambiental (UMAs), no está considerada en las etapas del Proyecto; Sin embargo, para evitar el comercio de especies de extracción, el promovente instaurará una política de prohibición de captura de fauna y/o extracción de vegetación.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	El Sistema Ambiental (SA) presenta una fragmentación originada por la transformación del paisaje, producto de las actividades humanas relacionadas en su mayoría al Sector Turismo. En este sentido, tanto en el SA y el sitio del Proyecto (SP) no se encuentran endemismos. En el SA se presenta una especie endémica, de nombre común Despeinada (Nombre maya: Ts' ipil, nombre científico *Beucarnea pliabilis*), que además está en la categoría de amenazada, en el Sitio del Proyecto esta No está presente. Para el SA se encuentran especies de flora bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 siendo: las especies palma kuka, mangle botoncillo, palma chit, mangle blanco, el cedro y el guayacán. Para el SP hay tres especies con categoría de norma, las cuales son el mangle botocillo, palma chit y palmita, los cuales serán reubicados En cuanto especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el SP se observaron dos especies de aves el perico frentiblanca y pechisucio, bajo el estatus de protección, dos especies de reptiles que son la iguana verde bajo estatus de protección e iguana negra bajo amenaza, de anfibios el sapo excavador bajo la categoría de protección. Por lo que se ejecutará un Programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de las actividades y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	La operación no involucra el aprovechamiento sistemático de recursos naturales, por lo que el establecer bancos de germoplasma no es atribuible al promovente.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).	Las emisiones a generar por el proyecto serán mínimas, ya que resultan únicamente de la combustión de gas LP de la Caldera. Adicionalmente, los sistemas de enfriamiento (aires acondicionados) utilizarán gases refrigerantes establecidos como no agotadores de la capa de ozono por el protocolo de Montreal y de esta manera, también se evita el uso de GEI.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	El Proyecto no involucra emisiones por fuentes fijas, que requieran reporte al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de la SEMARNAT, por lo que no se requieren metas propias para la reducción de emisiones GEI, y por lo tanto, esta disposición no es atribuible al promovente.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El proyecto no involucra el uso de Organismos Genéticamente Modificados en ninguna de sus etapas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	La construcción y operación del Hotel Puerto Aventuras, se establecerá dentro del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, que actualmente cuenta con infraestructura para servicios turísticos y que está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el PDU-Aventuras, el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad. Dado lo anterior, no se prevé la fragmentación de hábitat en el SA.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El proyecto no involucra actividades agropecuarias en ninguna de sus etapas. Adicionalmente, el proyecto se establecerá en un desarrollo turístico actualmente en operación, por lo que no esta disposición no es aplicable al Proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El Proyecto se localiza a un costado de una marina artificial, la cual está inmersa en el Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, donde se lleva a cabo la práctica de deportes acuáticos, los cuales se extienden hasta el Mar Caribe. Sin embargo, lo anterior, el desarrollo del Hotel Puerto Aventuras no considera un incremento sustancial a los turistas que actualmente visitan la zona, ya que el Proyecto comprende la oferta de 175 llaves, lo que pueda ejercer una presión sobre este recurso marino. Adicionalmente, como se expone en el Capítulo II, las aguas residuales generadas por los servicios generales (actividades de limpieza, sanitarios y lavandería), serán descargadas al drenaje municipal y posteriormente conducidas a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El proyecto no contempla actividades industriales, por lo que esta disposición no es atribuible al promovente.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El proyecto no involucra la introducción de especies invasoras, al contrario, establecerá la prohibición de extracción de especies de flora y/o captura de especies de fauna, entre los empleados y visitantes. Dado lo anterior, esta acción no es aplicable.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El predio del Proyecto no presenta cuerpos de agua superficial y/o escurrimientos considerables en su interior, existe sin embargo, una marina artificial en el límite Sureste, la cual es manejada por el Fideicomiso Puerto Aventuras. El diseño del Proyecto, contempla mantener como áreas de conservación, la vegetación presente en los márgenes de esta marina artificial.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El Proyecto se establecerá dentro de un desarrollo turístico actualmente en operación, por lo que esta disposición no es atribuible al promovente.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El Proyecto no se encuentra en zonas montañosas, por lo que esta disposición no es atribuible al promovente por lo que esta acción no es aplicable.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no involucra actividades agrícolas en ninguna de sus etapas, por lo que esta disposición no es atribuible al promovente.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el área sujeta al ordenamiento, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El predio del Proyecto no presenta cuerpos de agua superficial y/o escurrimientos considerables en su interior, existe sin embargo, una marina artificial en el límite Sureste, la cual es manejada por el Fideicomiso Puerto Aventuras. El diseño del Proyecto, contempla mantener como áreas de conservación, la vegetación presente en los márgenes de esta marina artificial.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	El Promovente, acatará lo establecido en el por el PDU-Aventuras, el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad, siendo estos los programas que rigen el crecimiento y desarrollo del área.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El predio del Proyecto no presenta cuerpos de agua superficial y/o escurrimientos considerables en su interior, existe sin embargo, una marina artificial en el límite Sureste, la cual es manejada por el Fideicomiso Puerto Aventuras. El diseño del Proyecto, contempla mantener como áreas de conservación, la vegetación presente en los márgenes de esta marina artificial.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El Proyecto no involucra actividades de extracción, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El Proyecto no involucra actividades que puedan considerarse como extensivas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	El promovente llevará a cabo actividades de limpieza, así como la fumigación de las instalaciones periódicamente, tomando en cuenta la fauna local utilizando productos amigables con el medio ambiente, lo cual está en concordancia con la presente disposición
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Con respecto al Objetivo 1 de esta MIA-P, el Proyecto propone como medida única de compensación, la reforestación con plantas nativas de la región, dentro de las áreas verdes del predio en cuestión y/o en áreas ecológicamente similares localizadas dentro el Centro de Población Puerto Aventuras y/o el sistema ambiental. El diseño de la reforestación se llevará a cabo utilizando el Manual Básico de Prácticas de Reforestación, publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El Proyecto no contempla actividades productivas que tenga como base el aprovechamiento de recursos naturales, por lo que esta disposición no es aplicable.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El Proyecto se instalarán dentro de un Desarrollo Turístico actualmente en operación, y dad la fragmentación del SA y del SP, no existen áreas que representen una conectividad en términos de vegetación, las cuales puedan constituir un corredor biológico, por lo que esta disposición no es aplicable al Proyecto.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El proyecto únicamente contempla el uso de gas licuado de petróleo como combustible de una Caldera, y no involucra el uso de combustibles fósiles durante la etapa de operación.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El proyecto estará conectado a la red de suministro de energía eléctrica de CFE. Debido al tipo de actividades que se llevaran a cabo, no se espera un elevado consumo de energía eléctrica, por lo que el Proyecto no considera la implementación de energías renovables, por el alto costo que estos representan y no habría un retorno de inversión dadas las actividades a realizar.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El promovente capacitará a su personal en el uso eficiente de la energía eléctrica, promoviendo así, el aprovechamiento sustentable de la energía entre los trabajadores.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	La operación del Proyecto no contempla el uso de equipos, a excepción de los sistemas de enfriamiento los cuales, al ser de última generación, garantizan una alta eficiencia.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	La operación no contempla el uso de combustibles fósiles, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	Para la operación del Proyecto, no se estima un elevado consumo de energía eléctrica, por lo que el Proyecto no considera el uso de otro tipo de energías.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El Proyecto considera la instalación de paneles solares para el suministro parcial de energía eléctrica al Proyecto, en un porcentaje equivalente al 10% del consumo total considerado para su operación (aproximadamente de 25,884 kw/h anuales).
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	El Proyecto se considera la instalación de paneles solares para el suministro parcial de energía eléctrica al Proyecto, en un porcentaje equivalente al 10% del consumo total considerado para su operación (aproximadamente de 25,884 kw/h anuales). Adicionalmente, se emplearán materiales aislantes que permitan el ahorro de energía para el enfriamiento de las instalaciones.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El Proyecto corresponde al Sector Turístico, para la construcción de las instalaciones, se emplearán materiales aislantes que permitan el ahorro de energía para el enfriamiento de las instalaciones.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto estará conectado a la red de suministro de energía eléctrica de CFE. Debido al tipo de actividades que se llevaran a cabo se espera que el consumo de energía sea mínimo, por lo que no se considera el establecimiento de estas medidas.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El Proyecto no contempla actividades agrícolas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El Proyecto mantendrá el 50% del predio, como superficie de áreas verdes o de conservación, lo que promoverá la captura de carbono.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el área sujeta al ordenamiento.	El Proyecto se encuentra alineado con la tendencia de desarrollo que ha tenido el municipio. Así mismo, el predio del Proyecto está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (PDU-Aventuras), el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad).
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El Proyecto no involucra actividades industriales, por lo que esta disposición no es aplicable al Proyecto.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El Proyecto está en línea con los programas de desarrollo urbano, PDU-Aventuras, el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad, que regulan el crecimiento en la localidad.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El Proyecto no involucra actividades industriales, por lo que esta disposición no es aplicable al Proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	El Proyecto no contempla actividades pesqueras y/o la extracción de recursos marinos, por lo tanto, esta disposición no es aplicable al proyecto.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El proyecto no involucra actividades pesqueras por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El Proyecto no considera el uso o provisión del servicio de transporte público, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	La operación del Proyecto no considera el uso de tránsito pesado, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El Proyecto se integrará a la oferta de servicios turísticos, incrementando la infraestructura existente, lo que mantendrá la vocación del municipio y el Estado. Lo que podrá generar actividades productivas alternas, como la producción de alimentos entre otras actividades.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	El instrumentar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales no es atribuible al promovente; sin embargo, El promovente acatará las recomendaciones de protección civil en caso de un riesgo de desastre natural.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	El fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil no es atribuible al promovente.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El Proyecto pretende llevar a cabo la edificación de un Hotel dentro de un desarrollo turístico, a través de un diseño que permita que la infraestructura desarrollada, sea resistente a eventos hidrometeorológicos.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El promovente capacitará a su personal en el manejo adecuado de los residuos generados por las actividades del proyecto en todas las etapas planteadas.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	El implementar campañas de limpieza fuera de los límites de propiedad, no es atribuible al promovente, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El agua residual generada será dirigida al sistema de drenaje del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, en donde posteriormente será dirigida a la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El proyecto no involucra actividades pesqueras por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo	El Proyecto contempla la remoción de parte de la vegetación presente en el sitio, así como de la remoción de una capa de aproximadamente 20 cm de suelo en los sitios en donde se construirán estructuras permanentes. Sin embargo, esta vegetación no es considerada como forestal, como se expone en la sección II.1 y III.4.2, de este documento.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
	Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente.	El promover e impulsar la construcción de sitios de disposición final de residuos no es atribuible al promovente; sin embargo, todos los residuos que serán generados por el proyecto serán dispuestos a través de prestadores de servicios autorizados para tal fin.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático (ECC).	Esta disposición no es atribuible al proyecto, ya que la operación del Proyecto no tendrá un alto impacto sobre el ECC, que repercuta en problemas de salud de las poblaciones aledañas.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	El proyecto almacenará temporalmente residuos peligrosos (RPs) generados por las actividades de construcción y por el mantenimiento de los equipos. La gestión de estos residuos, se llevará a cabo de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), donde se establece la disposición final, a través de prestadores de servicio autorizados por la SEMARNAT. El promovente cumplirá con las obligaciones impuestas de acuerdo con su categoría como generador de RPs.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El Proyecto no se encuentra inmerso en ningún Área Natural Protegida, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El Proyecto se localiza a un costado de una marina artificial, la cual está inmersa en el Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, donde se lleva a cabo la práctica de deportes acuáticos, los cuales se extienden hasta el Mar Caribe. Sin embargo, lo

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
		anterior, el desarrollo del Hotel Puerto Aventuras no considera un incremento sustancial a los turistas que actualmente visitan la zona, ya que el Proyecto comprende la oferta de 175 llaves, lo que pueda ejercer una presión sobre este recurso marino. Adicionalmente, como se expone en el Capítulo II, las aguas residuales generadas por los servicios generales (actividades de limpieza, sanitarios y lavandería), serán descargadas al drenaje municipal y posteriormente conducidas a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto no involucra actividades de construcción sobre la franja costera, sin embargo, por la cercanía que existe con esta, en el Programa de Vigilancia Ambiental presentado en el Capítulo VI de este documento, se proponen medidas para la protección del recurso agua y suelo, lo que evitara un impacto al ambiente marino.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no involucra actividades agropecuarias, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	La elaboración de ordenamientos pesqueros no es atribuible al promovente, ya que este no involucra este tipo de actividades, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El proyecto no involucra actividades de construcción carreteras, caminos, puentes o vías férreas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El Proyecto no se encuentra inmerso en ningún Área Natural Protegida, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
Acciones Especificas		
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El Proyecto no involucra la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Como parte del proyecto no se utilizarán agroquímicas ni pesticidas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes no es atribuible al promovente por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de esta.	El fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de esta no es atribuible al promovente, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto. Es importante mencionar que el promovente capacitará en el uso eficiente del agua a sus empleados, además de que utilizará equipos a presión para el mantenimiento de las áreas.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El predio del Proyecto comprende una superficie total de 1.48 has, de las cuales 0.745 has (50%), permanecerá como áreas verdes o áreas de conservación, donde se infiltrará el agua de lluvia, que sea captada en los techos de las áreas construidas, lo que representa 0.46 has (restaurantes, hotel y servicios), por

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
		lo que no se considera la instalación de infraestructura para captar el agua de lluvia. Adicionalmente y debido a la fragilidad del ecosistema, a partir de la degradación que presenta, no se considera el uso de aguas grises.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El Proyecto se encuentra en una zona con vocación turística y no se encuentra inmerso en ningún Área Natural Protegida; Sin embargo, el 50% de la superficie del predio del Proyecto, se quedará como áreas verdes o de conservación.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	La franja costera donde se ubica el predio del Proyecto, no está considerada como zona de anidación de tortugas marinas.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	La franja costera cercana al predio del Proyecto, no está considerada como zona de anidación de tortugas marinas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	La franja costera cercana al predio del Proyecto, no está considerada como zona de anidación de tortugas marinas.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El Proyecto se encuentra en una zona con vocación turística y no se encuentra inmerso en zona agrícola; Sin embargo, es importante mencionar, que el 50% de la superficie del predio del Proyecto, se quedará como áreas verdes o áreas de conservación.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	Dentro del SA Proyecto, no se registraron dunas costeras, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	La marina artificial es operada por el Fideicomiso Puerto Aventuras, en lo que respecta al Hotel Puerto Aventuras, no se contará con entrada ni salida de embarcaciones a la marina, ni se plantea la proliferación de especies invasoras por las actividades del Hotel.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	El Proyecto llevara a cabo un Programa de ahuyentamiento de fauna, y rescate y reubicación de flora y fauna, lo que asegurara el rescate y reubicación de la vegetación con algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNANT-2010. Adicionalmente, y con respecto al Objetivo 1 de esta MIA-P, el Proyecto propone como medida única de compensación, la reforestación con plantas nativas de la región, dentro de las áreas verdes del predio en cuestión y/o en áreas ecológicamente similares localizadas dentro el Centro de Población Puerto Aventuras y/o el sistema ambiental. El diseño de la reforestación se llevará a cabo utilizando el Manual Básico de Prácticas de Reforestación, publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del área sujeta a ordenamiento.	No se encuentran dunas costeras dentro de SA, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del área sujeta a ordenamiento.	El predio del Proyecto mantendrá el 50% de la superficie como áreas de conservación, lo que promoverá que la vegetación del continúe la sucesión ecológica que lleva hasta ahora.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Con respecto al Objetivo 1 de esta MIA-P, el Proyecto propone como medida única de compensación, la reforestación con plantas nativas de la región, dentro de las áreas verdes del predio en cuestión y/o en áreas ecológicamente similares localizadas dentro el Centro de Población Puerto Aventuras y/o el sistema ambiental. El diseño de la reforestación se llevará a cabo utilizando el Manual Básico de Prácticas de Reforestación, publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El Proyecto llevara a cabo un Programa de ahuyentamiento de fauna, y rescate y reubicación de flora y fauna, lo que asegurara el rescate y reubicación de la vegetación con algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNANT-2010.
A019	Los programas de remediación que se implementen deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	El sitio del Proyecto no se encuentra bajo algún emplazamiento de la autoridad o bajo un programa de remediación. Adicionalmente, de que se implementaran medidas de prevención para que el predio no se contamine y no sea necesario el llevar a cabo una remediación en el sitio.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El Proyecto comprende la construcción y operación de un Hotel, por lo que esta acción no es aplicable al promovente.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos,	La única descarga que se prevé por la operación del Proyecto, es la proveniente de las aguas residuales de los servicios generales como Sanitarios, limpieza y lavandería. La cual será

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
	particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	descargada en el Drenaje Municipal y posteriormente enviada para tratamiento a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Puerto Aventuras. Esta generación de agua residual no impactará de manera considerable el flujo de agua residual en el sistema de drenaje y no se prevén controles adicionales al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y las Leyes vigentes, para su manejo.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	El Proyecto no utilizará combustibles fósiles lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El promovente capacitará a su personal en el manejo adecuado de sustancias químicas y residuos de forma que se prevenga la contaminación del suelo por derrames. En caso de suscitarse un derrame este será limpiado inmediatamente y en caso de aplicar reportado a la autoridad competente.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Las emisiones que serán generadas en el proyecto serán gases de combustión por el uso de la Caldera que operará a Gas LP, y la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) por el uso de pinturas para el mantenimiento, todas catalogadas como fugitivas, por lo que la instalación de equipos de control de emisiones es técnicamente inviable.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	Los residuos generados por las actividades del proyecto serán almacenados temporalmente de acuerdo con la legislación vigente y dispuestos a través de prestadores de servicios autorizados para tal fin. El personal será capacitado para asegurar el manejo adecuado de los mismos.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El Proyecto considera la instalación de paneles solares para el suministro parcial de energía eléctrica al Proyecto, en un porcentaje equivalente al 10% del consumo total considerado para su operación (aproximadamente de 25,884 kw/h anuales).
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura dentro de la franja costera.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura dentro de la franja costera, por lo que esta disposición no le es aplicable.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura dentro de la franja costera, por lo que esta disposición no le es aplicable.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura dentro de la franja costera, por lo que esta disposición no le es aplicable
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto estará conectado a la red de suministro de energía eléctrica de CFE. Debido al tipo de actividades que se llevaran a cabo, no se espera un elevado consumo de energía eléctrica, por lo que el Proyecto no considera el uso de otro tipo de energías, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El Proyecto se establecerá en un área totalmente desarrollada, dentro de una zona industrial y no involucra un alta consumo de energía eléctrica, por lo que no es viable el uso de energía, y esta acción no es aplicable al proyecto.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	El proyecto no involucra actividades agrícolas por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El proyecto no involucra actividades agrícolas ni el uso de agroquímicos, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola no es atribuible al promovente, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no incluye actividades de pesca, por lo que esta acción no es aplicable. al proyecto.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	La marina artificial es operada por el Fideicomiso Puerto Aventuras, el Hotel Puerto Aventuras no tendrá actividades de embarco/desembarco en la marina, lo cual reduce el riesgo de vertidos y/o descargas accidentales.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El Proyecto se encuentra dentro de la zona urbana, la cual es regulada por el Programa Director de Desarrollo Urbano del Municipio del Carmen.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El Proyecto se establecerá en un área totalmente desarrollada, dentro de una zona industrial, la cual cuenta con toda la infraestructura de servicios, por lo tanto, no es aplicable al proyecto.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El Proyecto se establecerá en un área totalmente desarrollada, dentro de una zona industrial, la cual cuenta con toda la infraestructura de servicios, por lo tanto, no es aplicable al proyecto.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas no es atribuible al promovente y por lo tanto no es aplicable al proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	El promovente implementara medidas de prevención y mitigación como parte del proyecto para la minimización de los impactos, los cuales se presentan en el Capítulo VI de este documento.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	El Proyecto no involucra la producción agropecuaria, por lo tanto, no es aplicable al proyecto.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	El proyecto no involucra actividades de agricultura, por lo que esta acción no es aplicable.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El predio del Proyecto está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (PDU-Aventuras), el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad), con esto, se disminuye el riesgo de establecer el Proyecto en una zona de riesgo y/o generar un desequilibrio que pueda ocasionar un desastre.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El promovente promoverá entre su personal, la capacitación en temas de protección civil y de cómo actuar ante los potenciales riesgos naturales de la zona.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El Proyecto se establecerá en un desarrollo turístico, el cual cuenta con toda la infraestructura de servicios, por lo que no es aplicable al proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El promovente capacitará a su personal en el manejo adecuado de los residuos, además de que estos serán almacenados temporalmente y dispuestos a través de prestadores de servicio autorizados de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El Desarrollo turístico Puerto Aventuras, cuenta con una Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), por lo que esta disposición no le es aplicable.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	El Proyecto pretende el desarrollo de un Hotel dentro de una zona turística, la cual cuenta con conexión un sistema de drenaje y con una PTAR, por lo que se encuentra alineado con esta acción.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	El Proyecto pretende el desarrollo de un Hotel dentro de una zona turística, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	El proyecto utilizará agua para los servicios generales, que incluyen sanitarios, limpieza general y lavandería, así como para la alberca. El mayor volumen de agua residual se deriva de los servicios generales, ya que la alberca tendrá una recarga periódica por la perdida por evaporación. El agua residual generada será dirigida al sistema de drenaje del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, en donde posteriormente será

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
		dirigida a la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del Centro de Población Aventuras, por lo que no se prevén descargas al suelo o a ningún cuerpo de agua o bien nacional.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El predio del Proyecto comprende una superficie total de 1.48 has, de las cuales 0.745 has (50%), permanecerá como áreas verdes o áreas de conservación, donde se infiltrará el agua de lluvia, que sea captada en los techos de las áreas construidas, lo que representa 0.46 has (restaurantes, hotel y servicios), por lo que no se considera la instalación de infraestructura para captar el agua de lluvia.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El promovente capacitará a su personal en el manejo adecuado de los residuos, además de que estos serán almacenados temporalmente y dispuestos a través de prestadores de servicio autorizados de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Los residuos a generarse durante la operación de proyecto serán dispuestos a través de prestadores de servicio autorizados de acuerdo con la normatividad ambiental vigente
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	El Proyecto no contempla el desarrollo de infraestructura en la franja costera, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza	El predio del Proyecto comprende una superficie total de 1.48 has, de las cuales 0.745 has (50%), permanecerá como áreas verdes o áreas de conservación.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
	(ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	El Desarrollo Turístico Puerto Aventuras que opera actualmente y donde se ubica el predio del Proyecto, es una zona reconocida internacionalmente, la cual se manejo con Estándares Internacionales para la atención a los visitantes, así como para el cuidado al medio ambiente.
A079	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos, flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	El Proyecto no involucra infraestructura aeroportuaria, por lo que esta disposición no le es aplicable.
Criterio de Regulación Ecológica – Zona Costera Inmediata Mar Caribe		
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El Proyecto no involucra la construcción de ningún tipo de infraestructura en comunidades arrecifales, por lo que esta disposición no le es aplicable.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. En todo caso deberán presentarse los estudios de impacto ambiental respectivo donde se demuestre la no afectación y perdida severa de los mismos para cualquier actividad que pretende llevarse a cabo.	El Proyecto pretende el desarrollo de un Hotel dentro de una zona turística actualmente en operación. Dicho desarrollo turístico realiza actividades acuáticas como parte de los servicios y amenidades que ofrece. Esta zona turística, cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental (Ver sección II.1.1) y se encuentra regulada bajo el PDU-Aventuras, el POEL-Solidaridad y PMDU-Solidaridad.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
ZMC-03	Se prohíbe la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles salvo para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación.	El Proyecto en cuestión, contempla la ejecución de un Programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de las actividades y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, por lo que se cumple con esta disposición.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	Dentro del desarrollo turístico, existe una marina artificial, donde anclan los yates y botes que visitan la zona, por lo tanto, no se tienen zonas de anclaje dentro del Mar Caribe.
ZMC-05	Salvo en casos de rescate o con fines científicos para su conservación y preservación, no se debe permitir la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativos.	A pesar de que el Proyecto ejecutará un Programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de las actividades y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, no se realizaran colectas, capturas y/o extracciones de flora y/o fauna.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas, deberán estar avaladas por las autoridades y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera	El Proyecto pretende el desarrollo de un Hotel dentro de una zona turística, no se contempla la construcción de estructuras y/o algún otro promotor de playas. Dado lo anterior, esta acción no es aplicable al proyecto.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona	El agua residual generada será dirigida al sistema de drenaje del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, en donde posteriormente será dirigida a la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del Centro de Población Aventuras, por lo que no se prevén descargas a ningún cuerpo de agua o bien nacional.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas no se realicen a partir del ocaso hasta el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	La franja costera frente a la zona turística, no se considera como una zona de anidación de tortugas, sin embargo, se tomará en cuenta la recomendación establecida en esta disposición.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, en base a estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	No se considera el realizar actividades acuáticas, en las zonas arrecifales.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	Las actividades acuáticas son llevadas a cabo por el Fideicomiso Puerto Aventuras, la operación del Hotel Puerto Aventuras, tomará en cuenta
ZMC-11	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	El Proyecto pretende el desarrollo de un Hotel dentro de una zona turística, no se contemplan actividades náuticas, sin embargo, en caso de realizar alguna, se seguirán los lineamientos establecidos por el desarrollo turístico.
ZMC-12	En caso de algún proyecto relacionado con muelles de gran tamaño, es necesario la presentación de estudios de impacto ambiental y específicos como estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelo y geohidrológicos, donde se demuestre que se asegura el mantenimiento de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina	El Proyecto pretende el desarrollo de un Hotel dentro de una zona turística, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
	y la no afectación de comunidades marinas presentes en la zona, así como autorización por parte del INAH en caso de existir vestigios arqueológicos en el sitio	
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la SEMARNAT, así como el permiso de pesca correspondiente.	El Proyecto pretende el desarrollo de un Hotel dentro de una zona turística y no contempla actividades de pesca deportiva y/o pesca comercial, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
ZMC-41	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA terrestres correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o privadas que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	El Proyecto pretende el desarrollo de un Hotel dentro de una zona turística. El predio del Proyecto está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (PDU-Aventuras), el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad), con esto, se regula el crecimiento de la zona. Como ya se mencionó, el SA presenta una fragmentación originada por la transformación del paisaje, producto de las actividades humanas relacionadas en su mayoría al Sector Turismo. En el SA se encontró una especie endémica, de nombre común Despeinada (Nombre maya: Ts' ipil, nombre científico *Beucarnea pliabilis*), que además está en la categoría de amenazada, en el Sitio del Proyecto esta No está presente. Para el SA se encuentran especies de flora bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 siendo: las especies palma kuka, mangle botoncillo, palma chit, mangle

Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Especificas y Criterios de Regulación Ecológica.

Clave	Disposición	Vinculación
		blanco, el cedro y el guayacán. Para el SP hay tres especies con categoría de norma, las cuales son el mangle botocillo, palma chit y palmita, los cuales serán reubicados En cuanto especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el SP se observaron dos especies de aves el perico frentiblanca y pechisucio, bajo el estatus de protección, dos especies de reptiles que son la iguana verde bajo estatus de protección e iguana negra bajo amenaza, de anfibios el sapo excavador bajo la categoría de protección. Por lo que se ejecutará un Programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de las actividades y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna.

III.3 Programas y Planes de Desarrollo a nivel Estatal y Municipal

III.3.1 Programa Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016 - 2022

El Programa se compone de los siguientes cinco ejes temáticos: 1) Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos, 2) Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho 3) Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente, 4) Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad, 5) Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental. Es importante mencionar que el Proyecto cuenta con una constancia de compatibilidad urbanística Estatal, emitida por la Secretaría de Desarrollo urbano Territorial Urbano Sustentable (SEDETUS), numero de oficio SEDETUS/DS/SSDU/DAU/001392/2018 con fecha del 30 de abril de 2018 (**Anexo 2.4**).

A continuación, se vincula el Proyecto con los siguientes programas, estrategias y líneas de acción:

Eje Rector 1. Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos

1) *Programa 1*. Empleo y Justicia Laboral.
   Estrategia. Diseñar y ejecutar esquemas de colaboración con los sectores empresarial, educativo y social para propiciar la creación de fuentes de empleo y autoempleo, con énfasis en las zonas centro y sur del Estado.
   Meta. Mantener a Quintana Roo entre las diez entidades con mayor tasa de ocupación.
   Líneas de acción. 7. Realizar ferias y jornadas de empleo en todo el Estado; 8. impulsar convenios de colaboración entre el sector empresarial y educativo para integrar a los jóvenes recién egresado al campo laboral; 13. Difundir en colaboración con el sector patronal, los derechos y obligaciones establecidos en la normatividad laboral que rige nuestro país, y 17. promover la certificación de empresas por el cumplimiento de la normatividad en materia de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

   Vinculación con el Proyecto:
   Objetivo 2: El Desarrollo Turístico de Puerto Aventuras, donde se pretende instalar el Hotel Puerto Aventuras, se ubica al Norte del Estado de Quintana Roo. Sin embargo, a pesar de que la estrategia esta enfocada en las poblaciones del centro y sur del Estado, el Promovente se inscribirá en las Ferias de empleo organizadas por el municipio, buscará integrar a personal de las carreras de Turismo y afines en su plantilla laboral, dará cumplimiento a los derechos laborales de sus empleados y evaluará la obtención de una certificación en temas de higiene y seguridad como centro de trabajo.

2) *Programa 2*. Desarrollo, Innovación y Diversificación Económica.
   Estrategia. Incrementar la inversión en los sectores económicos para promover la diversificación, el desarrollo, la innovación y la modernización tecnológica.
   Meta. Aumentar en 2% anual la actividad económica de la entidad.
   Líneas de acción. 1. Incrementar con visión regional e integral, la inversión en los sectores primario y secundario para detonar el potencial y diversificar las actividades económicas; 15. Promover la producción, comercialización y certificación de productos orgánicos, y 17. Fortalecer estrategia de vinculación peninsular para la producción y comercialización de productos.

Vinculación con el Proyecto:
Objetivo 2: La operación del Hotel Puerto Aventuras, incentivará el crecimiento del sector primario y secundario, al aumentar la demanda de alimentos (frescos y procesados) y artesanías de la región. En este mismo sentido, el desarrollo turístico Puerto Aventuras cuenta con una zona comercial y tienda de autoservicio, donde se ofrecen productos orgánicos, lo cual aumentará la demanda de este tipo de productos, así como de otro tipo de productos elaborados en la región.

3) *Programa 4.* Diversificación y Desarrollo del Turismo.
Estrategia. Impulsarla actividad turística mediante el fomento de las inversiones, el desarrollo y modernización de la infraestructura, la mejora en la calidad de la prestación de servicios, el mejoramiento del marco regulatorio y la diversificación a través de la puesta en valor del patrimonio cultural y natural del estado.
Meta. Incrementar en 2% la actividad turística en el estado, durante el primer año de gobierno.
Líneas de acción. 5. Promover el trabajo conjunto de todos los sectores de la actividad turística y otorgar facilidades para su desarrollo; 10. Impulsar el principio de accesibilidad universal en todos los destinos turísticos de la entidad; 12. Poner en marcha un programa de capacitación a empresas y personas empleadas en el sector turísticos para incrementar la calidad en la prestación de servicios y garantizar su mejora continua; 16 Promover los productos elaborados por artesanos quintanarroenses en los destinos turísticos del estado; 17. Consolidar el turismo en sus diferentes líneas de producto e impulsar nuevas ofertas turísticas; 20. Impulsar el Programa Viajemos por Quintana Roo; 21 Impulsar el Programa Mundo Maya en México; Posicionar el Caribe Mexicano como una marca turística multiproducto y diversificado.

Vinculación con el Proyecto:
Objetivo 2: El desarrollo del Hotel Puerto Aventuras, pretende integrarse en una zona turística que ya opera y la cual no contempla playas privadas. En esta zona turística, existe una zona comercial donde se ofrecen diferentes productos, entre ellos, artesanías de la región promoviendo así el intercambio comercial en la península. Esta zona turística promueve la capacitación entre sus empleados y personal de confianza, con el objetivo de elevar la calidad de los servicios que ofrece. Finalmente, el establecimiento de un nuevo Hotel, incrementa la oferta de servicios turísticos en el área, de conformidad con las líneas de acción para el impulso de nuevas ofertas turísticas, el impulso de los programas de extensión de visitantes y de conocimiento del mundo maya, así como el posicionamiento del Caribe Mexicano, como un producto turístico de alto nivel por la diversificación de actividades.

Eje Rector 4. Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad

1) *Programa 26*. Igualdad de Género.
Estrategia. Emprender acciones afirmativas orientadas a establecer condiciones de igualdad entre mujeres y hombres en los ámbitos económico, social, cultural y político.
Meta. Elaborar e implementar, desde el primer año de gobierno, el Programa Estatal parala Igualdad entre Mujeres y Hombres, con fundamente en el PBR.
Líneas de acción. 6. Deconstruir estereotipos de género, y 12. Promover en coordinación con el Sector empresarial, condiciones laborales de igualdad entre mujeres y hombres;

Vinculación con el Proyecto:
Objetivo 2: La administración del Proyecto tiene como objetivo, abrir las ofertas de empleo sin importar el género, raza o etnia, condición social ni religión. De la misma manera, el promovente se compromete a mantener condiciones laborales justas, de acuerdo a lo que establece la Ley,

sin establecer diferencias entre hombres y mujeres, para lo cual desarrollará un Reglamento Interno de Trabajo, donde se estipulen lineamientos con énfasis en la no discriminación por género.

Eje Rector 5. Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental

1) *Programa 27.* Desarrollo Urbano Sostenible y Ordenamiento Territorial con Visión Regional y Metropolitana.
Estrategia. Establecer y desarrollar las políticas de planeación y ordenamiento sustentable territorial, urbano y metropolitano en un trabajo coordinado entre los tres niveles de Gobierno, los sectores empresariales, social y académico.
Meta. Contar, al término de la administración, con al menos seis instrumentos jurídicos y normativos de competencia estatal, necesarios para la ordenación sustentable del territorio y su desarrollo urbano.
Líneas de acción.
1.Implementar en las principales ciudades y asentamientos humanos la acción, adopción y aplicación de políticas y planes hacia la inclusión social;
8. Incluir bio-corredores del paisaje, en la ordenación del territorio, a fin de vincular e integrar las áreas naturales protegidas del estado;
9. Fortalecer y respetar el patrimonio cultural y natural fomentando la convivencia de las comunidades urbanas y rurales con los bienes culturales y ambientales;
11. Promover la disminución de la huella ecológica estatal, priorizando el uso de engerías limpias y ecotecnologías que ayuden a mitigar el cambio climático y sus efectos adversos, y
12. Desarrollar el ordenamiento territorial evitando la fragmentación de los paisajes naturales.

Vinculación con el Proyecto:
Objetivo 2:

1.El Proyecto se establecerá en una región donde hay grupos indígenas y comunidades marginadas. Para la contratación de personal, se dará preferencia a personas de las comunidades cercanas;

8. El 50% del área del Proyecto se mantendrá como áreas verdes o áreas de conservación, con el objetivo de reducir el impacto visual de la construcción del Hotel;

9. El desarrollo del Hotel, promoverá la llegada de visitantes de diferentes partes del mundo, viajeros que, en promedio, están interesados en la cultura mexicana, lo que promoverá la asistencia a recintos arqueológicos y otros sitios de interés.

11. El Proyecto considera la instalación de paneles solares para el suministro parcial de energía eléctrica al Proyecto, en un porcentaje equivalente al 10% del consumo total considerado para su operación (aproximadamente de 25,884 kw/h anuales). Adicionalmente, se emplearán materiales aislantes que permitan el ahorro de energía para el enfriamiento de las instalaciones.

12. El Proyecto se integrará a un área con vocación turística, la cual está regulada por el PDU-Aventuras, el POEL-Solidaridad y PMDU-Solidaridad, por lo que no favorecerá la fragmentación de los ecosistemas.

2) *Programa 28*. Medio Ambiente y Sustentabilidad.

Estrategia. Desarrollar instrumentos, mecanismos y programas orientados a concientizar, regular, cumplir y vigilar la normatividad ambiental aplicable en los proyectos, actividades, desarrollos existentes y futuros, en corresponsabilidad con los sectores público, privado y social.
Meta. Ordenar ecológicamente 3 millones 119 mil hectáreas del territorio de Quintana Roo, para que al término de la administración se encuentre totalmente ordenado.
Líneas de acción.
3. Promover, en coordinación con los sectores público, privado y social, campañas de reciclaje de residuos;
6. Capacitar al sector social, público y empresarial para la elaboración adecuada de sus planes de manejo de residuos;
8. Promover la inversión de la iniciativa privada en el reciclado, manejo y aprovechamiento de residuos sólidos;
21. Realizar actividades de difusión para el uso racional y sustentable de los recursos naturales;
24. Implementar medidas para recuperar, limpiar y mitigar la erosión de playas, así como el aprovechamiento de sargazo;
25. Fomentar la preservación de selvas y el aprovechamiento forestal sustentable, a través de su ordenamiento;
34. Promover la implementación de energías renovables o tecnologías limpias para las fuentes fijas y móviles de competencia estatal;
43. Desarrollar planes y programas de capacitación en el cuidado del medio ambiente;
47. Promover, con el sector hotelero y de servicios turísticos, el uso eficiente de agua, reducción de emisiones contaminantes y reciclaje;
48. Implementar incentivos para que los nuevos desarrollos turísticos adopten medidas que mitiguen los efectos de cambio climático y la contaminación de recursos, así como a predios que destinen superficies para la conservación.

Vinculación con el Proyecto:
Objetivo 2:
3, 6 y 8. Para el desarrollo del Proyecto, se elaborará un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual contempla un Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos, y medidas para la reducción y reciclaje de los residuos, las cuales se presentan en la sección VI.2.6.2, de este documento.
21. Como parte de la ejecución del Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos, se implementarán capacitaciones para todo el personal del Hotel, con el objetivo de que todos participen para la reducción del uso de materiales, así como para el reciclaje de los residuos.
24. Como parte de la operación del Hotel, se tiene contemplado realizar de manera periódica, campañas de limpieza de la Playa, así mismo, no se desarrollará infraestructura en la zona de playa.
25. El Proyecto no prevén el aprovechamiento de recursos forestales, y no se ubica en un terreno Forestal en conformidad con la LGDFS. En este mismo sentido, el 50% de la superficie del predio, se mantendrá como áreas de conservación, preservando así la vegetación secundaria de selva mediana que actualmente se encuentra.
34. El Proyecto operará una Caldera a base de Gas LP, la cual es considerada una fuente fija de emisión a la atmósfera Estatal. No se prevé en este momento, el uso de una energía alternativa para este tipo de combustible.
43. Los empleados del Hotel Puerto Aventuras, recibirán una capacitación con respecto al cuidado y la protección al medio ambiente, lo que ayudará a conservar las áreas.

47. Como parte del PVA, el Proyecto implementará Programa de manejo sustentable del agua y conservación de la calidad, un Programa de Monitoreo de Emisiones y un Programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos, este último incluye medidas para el reciclaje de residuos.
48. El Proyecto mantendrá el 50% de la superficie del predio, como áreas de conservación, preservando así la vegetación secundaria de selva mediana que actualmente se encuentra, lo que permitirá que la infiltración de agua de lluvia y la captación de carbono, no se vea disminuida en su totalidad.

III.3.2 Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACCEQROO)

El ser humano es responsable del incremento progresivo de las concentraciones de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), hecho demostrado ante el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), ya que estas emisiones son las responsables del incremento en la temperatura media del planeta, con efectos directos en la forma y calidad de vida de los seres humanos en temas como seguridad alimenticia, calidad y disponibilidad hídrica, pérdida de los bosques y selvas derivado de los incendios forestales, cambio en el patrón de los periodos estacionales, temperatura y precipitación así como de incrementos en la intensidad de los fenómenos Hidrometeorológicos extremos como los son los huracanes , depresiones tropicales y mareas de tormenta. Quintana Roo se encuentra geográficamente ubicada en una zona vulnerable a los efectos de cambio climático como lo establecen los escenarios tanto del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) como los que se presentan en este programa.

El territorio del Estado tiene más de 70 por ciento de la superficie con vocación forestal, lo que nos ha llevado a iniciar con una Estrategia Estatal de Reducción de Emisiones de Deforestación y Degradación Forestal (EREDD+ Q.ROO). La principal actividad económica del Estado es el turismo, por lo que como Gobierno del Estado de Quintana Roo participamos en la Iniciativa de Turismo Bajo en Carbono (ITBC).

De esta manera el PEACCEQROO, establece *Medidas de Adaptación* por cada uno de los sectores productivos que se llevan a cabo en el Estado. A continuación, se enlistan las *Medidas de Adaptación* para el Sector Turismo, que son aplicables al Proyecto:

i. Establecer programas de restauración y mantenimiento en caso de contingencias hidrometeorológicas en las principales ciudades y vías de comunicación
ii. Fomentar entre el sector turístico el uso de buenas prácticas ambientales para la planeación, diseño y construcción sustentable.
iii. Incentivar las actividades turísticas que se desarrollan fuera de la zona costera.
iv. Elaborar estudios para determinar la huella de carbono de los turistas, y
v. Diseñar los mecanismos necesarios que permitan la compra y venta de los bonos de carbonos verdes en el Estado.

Vinculación con el Proyecto:

i. El Proyecto preparará un Programa de Contingencias, como parte del cumplimiento con lo establecido por Protección Civil, el cual incluirá, acciones de restauración y mantenimiento a llevar a cabo, después de la ocurrencia de un evento hidrometeorológico;

ii. La construcción y operación del Hotel Puerto Aventuras, integrará buenas practicas de medio ambiente, para lo cual se integran una serie de medidas de prevención y mitigación (Capitulo VI), así mismo, el promovente evaluará la obtención de un Certificado Ambiental por parte de la Secretaría de Turismo (SECTUR) y la Secretaría de Medio Ambiente (SEMA);
iii. Si bien esta medida de adaptación busca integrar nuevos destinos dentro del Estado, el Proyecto se integrará a un Desarrollo Turístico existente y en operación, por lo que se evitará un nuevo proyecto cerca de la costa, que promueva un nuevo complejo turístico.
iv. Una vez que las autoridades publiquen un Mecanismo de medición (homologado) de la huella de carbono de los turistas, el promovente realizará la estimación correspondiente, y
v. Una vez que las autoridades Estatales emitan los mecanismos por los cuales se podrá acceder a los bonos de carbono, e promovente evaluará la compra de los mismos.

III.3.3 Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Solidaridad 2018-2021

Este Plan Municipal de Desarrollo, es el documento rector que pretende dar rumbo a las acciones del Gobierno Municipal, a partir del establecimiento de políticas públicas que muestren el interés de los habitantes del municipio para hacer realidad la vocación multicultural, que este ya tiene y pretende mantener. Para lo anterior se diseñaron cuatro ejes rectores: 1) Solidaridad Humano e Incluyente; 2) Desarrollo Económico Ordenado y Sostenible; 3) Bienestar con Esperanza, y 4) Gobierno Seguro y Combate a la Corrupción.

Adicionalmente se presentan tres ejes transversales con perspectivas de vanguardia en derechos y deberes para la actuación de toda la administración pública, en procuración de altos valores éticos y humanos para lograr una mayor empatía y calidad de servicio hacia los usuarios internos, lo cuales son: 1) Gestión Centrada en la Persona, 2) Ciudadanía Participativa con Visión de Género y 3) Transparencia y Rendición de Cuentas Pro Activas.

El proyecto es vinculable con los siguientes ejes rectores, programas sectoriales y líneas de acción:

Eje Rector 2. Desarrollo Económico Ordenado y Sostenible

1) *Programa Sectorial 2.1*. Trabajo Decente y Consumo Responsable.
Líneas de acción.
2.1.14. Impulsar el "Servicio Municipal de Empleo".
2.1.15. Insertar a las personas con discapacidad y de la tercera edad al mercado laboral a través de empleos formales e inclusivos. Iniciativa: "Empleo Inclusivo".
2.1.19. Brindar atención eficiente, oportuna y de calidad al turista nacional e internacional. Iniciativa: "Atención Integral al Turista".

Vinculación con el Proyecto:
Objetivo 2: Para la contratación de personal para la operación del Hotel Puerto Aventuras, se tomará como opción el Servicio Municipal de Empleo, para las posiciones de mayor jerarquía. En este mismo sentido y ya que las instalaciones estarán habilitadas para recibir a personas con discapacidad, se evaluará la posibilidad de integrar a personal con alguna discapacidad. Como ya se mencionó en este capítulo, la administración del desarrollo turístico ofrecerá cursos de actualización a todo el personal, para ofrecer servicios turísticos de alta calidad.

III.3.4 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad (2010 – 2050)

El Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad), contiene una estrategia de desarrollo integral de gran visión, en un horizonte de planeación que abarca hasta el año 2050. Para la instrumentación de las políticas, estrategias y acciones previstas en este documento, se han considerado tres etapas de desarrollo: la primera, correspondiente al corto plazo, cubre el periodo 2010-2030; la segunda etapa, correspondiente al mediano plazo, cubre el periodo 2021-2040; y la tercera etapa al largo plazo correspondiente al periodo 2041-2050.

EL proyecto se encuentra en la UGA 9 denominada Zona Urbana de Ciudad Aventuras tiene vocación de uso de suelo urbano con usos condicionados e incompatibles establecidos en el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 de Ciudad Aventuras, Municipio Solidaridad, Quintana Roo. (P.O. 1 de abril de 2002) y plantea un escenario inicial en el que este centro urbano, al igual que el de Akumal, presenta un incipiente desarrollo derivado de un antiguo campamento de trabajadores, adicionalmente existe un desarrollo de vivienda dentro del área; el resto de la zona se mantiene en condiciones naturales, con tendencia a que en los próximos 10 años, el área presente una ocupación mayor, por lo que es posible que el área urbana llegue a ocupar un 40 % de la superficie total de esta zona urbana.

El lineamiento ambiental para esta Zona Urbana de Ciudad Aventuras considera que debido al incipiente desarrollo que presenta esta unidad, se debe procurar que su crecimiento sea controlado y un manejo de las aguas residuales y residuos por encima de los estándares que establece la normatividad, teniendo como objetivo el establecimiento de una ecociudad.

III.3.5 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad

Como lo estipula la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, el ordenamiento ecológico deberá estar dirigido a planear, programar y evaluar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio, determinando como uno de sus objetivos el ordenar la ubicación de las actividades productivas y de servicios de acuerdo con las características de cada ecosistema o región, así como de la ubicación y condición socioeconómica de la población. Bajo ese ámbito de referencia, el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, presenta ecosistemas de gran biodiversidad susceptibles de ser aprovechados para el desarrollo sustentable.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad subdivide el territorio municipal en 19 unidades de gestión ambiental. En la conformación de tales unidades se partió de la caracterización de los atributos ambientales definidos para las unidades de paisaje identificadas en el territorio municipal (CNEC, 2007). Los usos del suelo propuestos para las diferentes unidades de gestión ambiental se subdividieron en dos tipos: condicionado e incompatible, definiéndolos de la siguiente manera:

- **Uso del Suelo Condicionado**: indica las diferentes opciones de aprovechamiento del territorio de acuerdo con sus aptitudes, potencialidades o tendencias;
- **Uso del Suelo Incompatible**: indica los usos que por su naturaleza no se permiten en la unidad de gestión ambiental definida.

Los criterios de regulación de carácter general y específico determinan los parámetros y estándares que deberán cumplirse, así como los límites de cambio aceptables para aprovechar sustentablemente

el territorio y las condiciones particulares a que deberán sujetarse los desarrollos o proyectos que pretendan establecerse en el Municipio Solidaridad, en función de cada uno de los usos del suelo permitidos en las unidades de gestión ambiental. En total se determinaron 36 criterios de regulación ecológica de carácter general, 33 criterios de regulación aplicables a las áreas urbanas, 116 de criterios de carácter específico cuya aplicación particular depende del uso del suelo pretendido.

Los criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

Los criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (CU), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

Los criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

El proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental 15, la cual tiene una vocación Turística como uso de suelo. Dado que el Proyecto, se encuentra dentro del Centro de Población Aventuras, le aplica el criterio de área urbana. A continuación, en la **Figura III.5**, se muestra el sitio del Proyecto en relación a las UGAs del POEL. Adicionalmente, en la **Tabla III.6**., se enlistan los usos de suelo condicionado e incompatible y en la **Tabla III.7**., se enlistan los criterios de regulación ecológica, los criterios específicos y la vocación de uso de suelo. Finalmente, en la **Tabla III.8**, se vinculan los criterios de área urbana con el Proyecto.

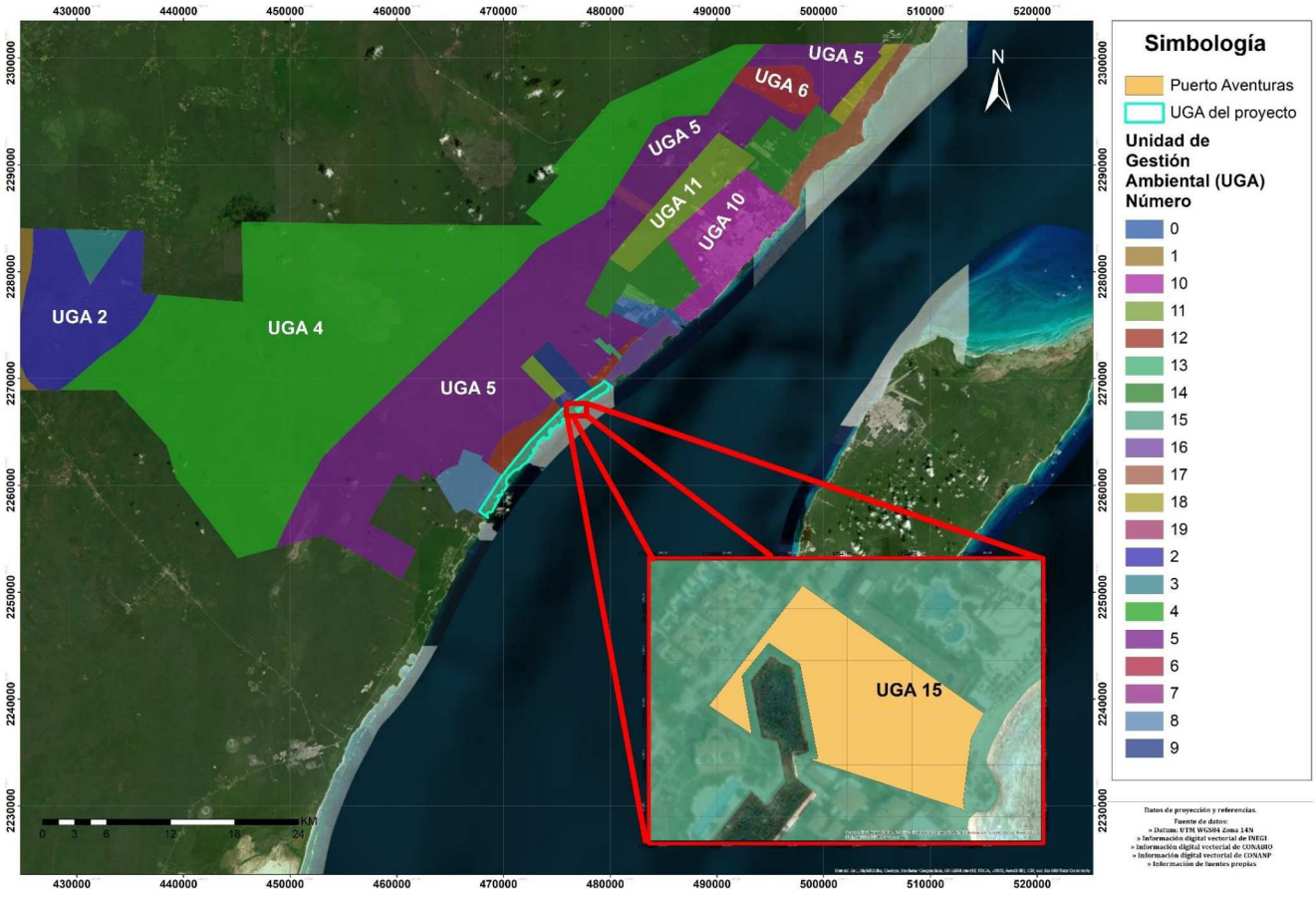


Figura III.5. Ubicación del proyecto en el Mapa de UGAs del POEL-Solidaridad

Tabla III.6. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

UGA	Usos Condicionados	Usos Incompatibles
15	Suburbano, Turístico, Ecoturístico, Deportivo, Parque recreativo, Marina, Comercial, UMA's, Reserva Natural y Equipamiento	Agropecuario, agroforestal, agroindustrial, forestal, Urbano, Industrial y Minero

Tabla III.7. Unidad de Gestión Ambiental con el uso de suelo, Criterios de Regulación Ecológica y los criterios específicos

UGA	Vocación de uso de suelo	Criterios de Regulación Ecológica	Criterios de Área Urbana
UGA 15	Turístico	Suburbano, Turístico, Ecoturístico, Deportivo, Parque recreativo, Comercial, UMA's, Reserva Natural y Equipamiento	Todos

Tabla III.8. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
CU-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	El Proyecto plantea medidas de prevención, mitigación y compensación con el objetivo de reducir la magnitud de los impactos. Adicionalmente, se ejecutará un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA). Ambos elementos, las medidas y el PVA, están propuestas de conformidad con las Leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas aplicables al Proyecto. De esta manera, se da cumpliendo con lo establecido en este criterio.
CU-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	El presente documento que corresponde a una MIA-P, busca obtener la autorización para el desarrollo del Hotel Puerto Aventuras en materia de impacto ambiental. Dentro de los programas que conforman el PVA, presentados en el Capítulo VI, se encuentra el Programa de ahuyentamiento de fauna, rescate y reubicación de flora y fauna, el cual se ejecutará durante todas las etapas del Proyecto.
CU-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CU-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el	EL predio del Proyecto presenta vegetación Secundaria de Selva mediana Subperenifolia, el

	proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	concepto del Hotel, pretende mantener el 50% de la superficie como áreas verdes o de conservación, por lo que para las actividades de construcción se utilizaran solamente dos espacios de trabajo, como se muestra en la Figura II.4. Adicionalmente, como parte del *Objetivo 1* de esta MIA-P, se llevará a cabo una reforestación utilizando plantas nativas de la región y no se emplearán especies ornamentales.
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	El predio del Proyecto presenta vegetación Secundaria de Selva mediana Subperenifolia, las áreas provisionales donde se pretenden realizar las actividades de construcción, se presentan, en la Figura II.4.
CU-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	Ver Sección II.2.3, letra e, de este documento.
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	Debido a que la superficie de construcción (edificios) corresponde al 31%, no se prevé la construcción de un drenaje pluvial, ya que los escurrimientos serán dirigidos a las áreas verdes/de conservación.
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y	La operación del Hotel Puerto Aventuras no comprende actividades industriales, Sin embargo se instalará un drenaje pluvial y uno sanitario para evitar potencial contaminación al agua.

	deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.	
CU-09	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	Este criterio se cumplirá, ya que el promovente adquirirá los recursos y materiales, de sitios autorizados.
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	No se prevé el uso de fertilizantes para el riego de las áreas verdes/ de compensación.
CU-11	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Se aplicará lo establecido en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos, así mismo, se acatará lo establecido en las Leyes y Reglamentos aplicables a residuos.
CU-12	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	No se prevén campamentos para los trabajadores. Se instalará un sanitario portátil por cada 15 trabajadores durante las actividades de construcción,
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.	Las fogatas y quemas de vegetación y/o cualquier otra clase de material, estarán prohibidas, durante todas las etapas del Proyecto
CU-14	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	Ver sección II.2.7.1.
CU-15	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas	Se ejecutará un Programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos, como se establece en las

	etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	secciones VI.2.1.4, VI.6.2.1.4. VI.2.6 de este documento
CU-16	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.	El predio del Proyecto está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (PDU-Aventuras), el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad), con esto, se disminuye el riesgo de establecer el Proyecto en una zona de riesgo y/o generar un desequilibrio que pueda ocasionar un desastre.
CU-17	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	En caso de que se detecten vestigios arqueológicos en alguna de las etapas del proyecto, se dará aviso al INAH, para su posterior rescate
CU-18	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.	El área del Proyecto destinará el 50% de total del predio para áreas verdes / de conservación, a partir del mantenimiento de la vegetación original.
CU-19	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.	El predio del Proyecto está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (PDU-Aventuras), el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad), con esto, se disminuye el riesgo de establecer el Proyecto en una zona de riesgo y/o

		generar un desequilibrio que pueda ocasionar un desastre.
CU-20	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	El Proyecto no involucra una superficie con Cenotes y/o cuerpos de agua superficiales, así mismo, no considera un aprovechamiento de ninguno de estos. Es importante mencionar que dentro del Desarrollo Turístico que opera actualmente, hay una Marina Artificial operada por el Fideicomiso Puerto Aventuras, la cual limita al Oeste con el predio y no se considera la instalación de infraestructura para esta.
CU-21	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	
CU-22	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.	El proyecto utilizará agua para los servicios generales, que incluyen sanitarios, limpieza general y lavandería, así como para la alberca. El mayor volumen de agua residual se deriva de los servicios generales, ya que la alberca tendrá una recarga periódica por la perdida por evaporación. El agua residual generada será dirigida al alcantarillado municipal, en donde posteriormente será dirigida a la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del Centro de Población Aventuras, por lo que no se prevén descargas al suelo o a ningún cuerpo de agua o bien nacional.
CU-23	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento	La planta de tratamiento de agua residual (PTAR) es operada por el Centro de Población Aventuras, quien lleva a cabo estos requerimientos.

	aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	
CU-24	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	EL predio del Proyecto presenta vegetación Secundaria de Selva mediana Subperenifolia, el concepto del Hotel, pretende mantener el 50% de la superficie como áreas verdes o de conservación, por lo que para las actividades de construcción se utilizaran solamente dos espacios de trabajo, como se muestra en la Figura II.4. Adicionalmente, como parte del *Objetivo 1* de esta MIA-P, se llevará a cabo una reforestación utilizando plantas nativas de la región y no se emplearán especies ornamentales.
CU-25	La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique. Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.	El predio del Proyecto está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (PDU-Aventuras), el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad). Adicionalmente, se integrará dentro de un predio ubicado dentro del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, el cual cuenta con autorización en materia de impacto ambiental, y el predio del Proyecto, no corresponde a Terrenos Forestales (Ver sección II.1).
CU-26	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable	El Proyecto no realizará el aprovechamiento de especies vegetales y/o animales.

CU-27	Se deberán mantener en pié e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	Este criterio se incluyó en la Sección VI.2.3.4, lineamientos generales para la Conservación de flora.
CU-28	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	En la sección III.3.4.1, se describen las obras y actividades provisionales y en la Figura II.4, se muestra la ubicación de estas. Las cuales, están alineadas con ese criterio.
CU-29	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	El suministro de concreto se llevará a cabo utilizando Camiones Especializados para transportar Concreto (mezcladoras), a partir de un proveedor local. Como parte de los requisitos, se solicitará que este proveedor cumpla con las autorizaciones ambientales correspondientes, como se menciona en las secciones II.2.3.2 (Edificio Principal) y VI.2.7.4.
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.	Se cumplirá con este requerimiento, como se menciona en las secciones VI.1, Objetivo 2, numeral 4 y la sección VI.2.7.4 Adicionalmente, se humectarán las áreas de trabajo, con el riego de agua con pipas.
CU-31	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo	

CU-32	En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	El predio del Proyecto presenta vegetación Secundaria de Selva mediana Subperenifolia con algunos individuos de mangle. El Proyecto contempla el establecimiento del 50% de la superficie total, como áreas verdes o de conservación, y se aplicara un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, el cual se describe en la sección VI.2.3.1
CU-33	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.	Dentro de este documento, se plantean medidas para la prevención y protección del suelo y los cuerpos de agua. establecidos en el Programa de Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad (sección VI.2.4) y el Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos (sección VI.2.6) Adicionalmente, se añade el establecimiento de una bitácora, para el control de sustancias en el almacén.

III.3.6 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (2011 - 2050)

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras (PDU-Centro Población Aventuras), menciona que el POEL-Solidaridad presenta los usos condicionados e incompatibles para la zona de Puerto Aventuras. Las estrategias de Ordenamiento planteadas en el POEL-Solidaridad para Aventuras, son las siguientes:

Política Ambiental: Aprovechamiento urbano

Escenario Inicial: Este centro urbano presenta un incipiente desarrollo derivado de un antiguo campamento de trabajadores, adicionalmente existe un desarrollo de vivienda dentro del área, el resto de la zona se mantiene en condiciones naturales.

Tendencias: Se considera que, en los próximos 10 años, el área presente una ocupación mayor, por lo que es posible que el área urbana llegue a ocupar un 40 % de la superficie total de la unidad.

Lineamiento ambiental: Debido al incipiente desarrollo que presenta esta unidad, se debe procurar que su crecimiento sea controlado y se tenga un manejo de las aguas residuales y los residuos por encima de los estándares que establece la normatividad teniendo como objetivo el establecimiento de una ecociudad.

Estrategias Ambientales y su vinculación con el Proyecto:

- Se deberá llevar a cabo una bitácora ambiental del cambio de uso del suelo para este centro urbano.
  Vinculación con el Proyecto: El Sitio del Proyecto no comprende un "Terreno Forestal"; Sin embargo, como parte de la aplicación del PVA, se llevará una bitácora de actividades que registre las actividades de remoción de vegetación, como parte del Cambio de Uso de Suelo.

- Se instalan oportunamente plantas de tratamiento y la red de drenaje sanitario Las aguas residuales se tratan con una eficiencia del 95%.
  Vinculación con el Proyecto: El agua residual generada por el funcionamiento de las instalaciones será dirigida al sistema de drenaje del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, en donde posteriormente será dirigida a la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del desarrollo Turístico de Puerto Aventuras.

- Se establece un adecuado sistema de recolección, acopio y disposición final de residuos sólidos.
  Vinculación con el Proyecto: Los residuos sólidos no peligrosos generados durante la operación del Proyecto, serán separados y clasificados desde su fuente de origen en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores específicos colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación. La disposición final de estos residuos, se llevará a cabo a través del servicio de limpia municipal.

- Se ofrecen espacios verdes suficientes a los habitantes (9 m² de área verde por persona).
  Vinculación con el Proyecto: El 50% del área del Proyecto se mantendrá como áreas verdes o áreas de conservación.

- La ciudad cuenta con un sistema vial moderno y eficiente.
  Vinculación con el Proyecto: El Proyecto no contempla la construcción de vialidades, por lo que utilizará las vialidades existentes.

Zonificación de acuerdo con el PDU-Centro de Población Aventuras

De acuerdo con el Plano de Zonificación Secundaria de usos y destinos del suelo, el Sitio del Proyecto tiene un uso del suelo como **TR2b**, el cual corresponde a un uso y destino **Turístico Residencial de Densidad Media**, el cual presenta las siguientes características:

- Coeficiente de uso de suelo: 1
- Densidad Neta (Cuarto/Ha): 65

De acuerdo con el Plan Maestro del Desarrollo Turístico y Residencial de Puerto Aventuras, los usos de suelo propuestos se dividen de la siguiente manera:

- Uso Turístico residencial, condominal y hotelero en 45.69%
- Campo de golf de 18 hoyos en 27.14%
- Marinas turísticas y laguna artificial en 9.22%
- Vialidades y andadores 10.75%.
- Servidumbres en 0.306%
- Áreas verdes y Área de Protección Ecológica 4.11%.
- Servicios, comercios y servicios y donaciones en 2.75 %.

De acuerdo con el Plan Maestro del Desarrollo Turístico Residencial Puerto Aventuras, dicho desarrollo turístico pretende construir un total de 10,037 cuartos, distribuidos en tres tipos de construcciones: Hoteles, Viviendo Unifamiliar y Condominios.

En la **Figura III.6,** que se presenta a continuación, se muestra la ubicación del Proyecto con respecto a la zonificación Secundaria de usos y destinos del suelo, de acuerdo al PDU-Centro de Población Aventuras.

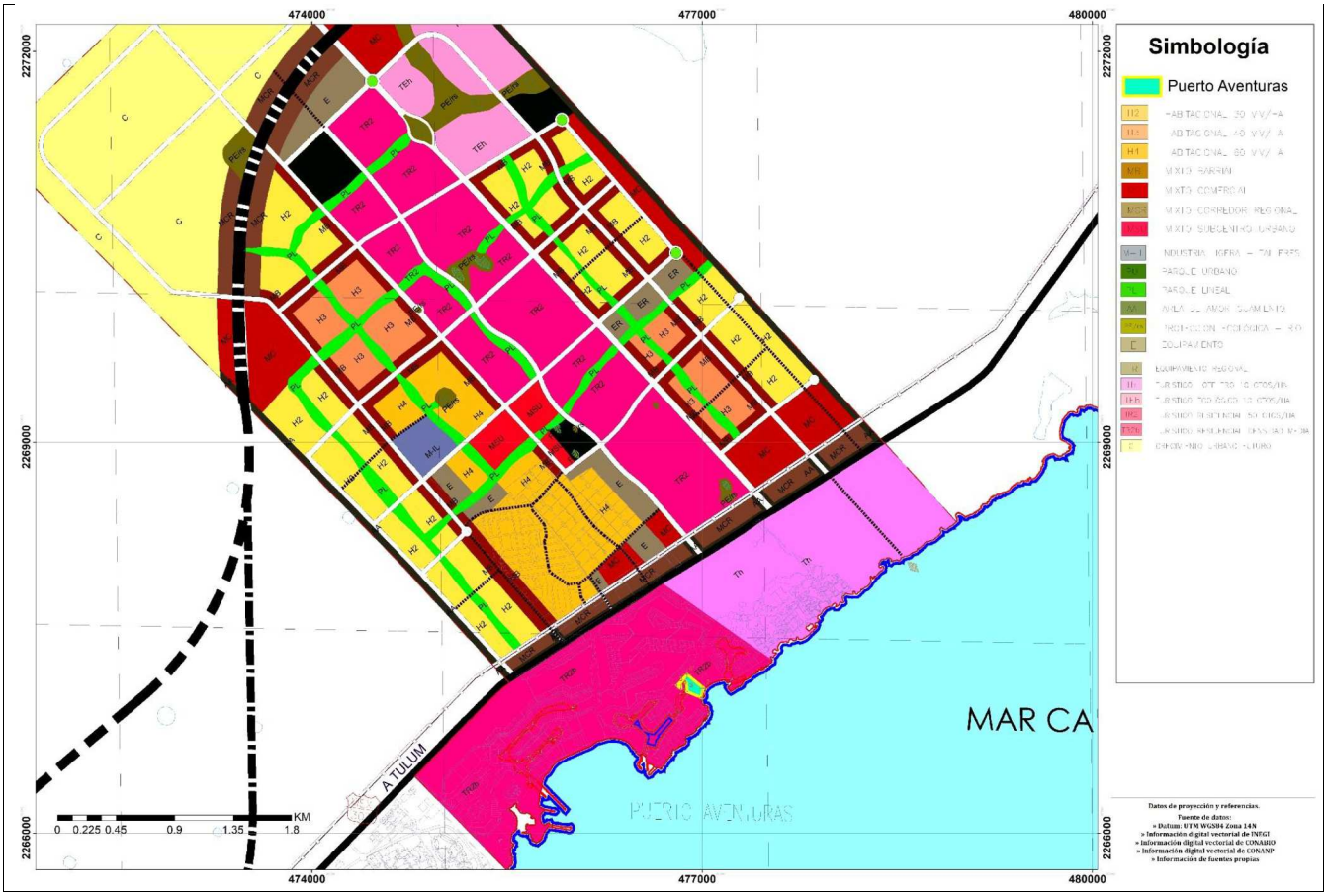


Figura III.6 Carta Urbana – PDU Cd. del Carmen, Campeche

III.4 Leyes y Reglamentos (Federales y Estatales)

III.4.1 Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

De acuerdo con el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

Como se menciona al inicio de este documento, el presente documento de evaluación de impacto ambiental, se generó a partir de dos objetivos, los cuales se enlistan a continuación:

3. El predio del proyecto recibió una visita de inspección por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la cual derivo en un Procedimiento Administrativo, el cual requiere la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental, para evaluar los impactos de las actividades previas que originaron el emplazamiento de la autoridad, y

4. La evaluación de impacto ambiental, para las obras y actividades de preparación de sitio, construcción, equipamiento, operación y mantenimiento de un hotel.

De acuerdo con el Artículo 98 de la LGEEPA para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, el uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas. El proyecto se ubicará dentro del desarrollo turístico Puerto Aventuras, actualmente en operación. El uso de suelo del predio es compatible con las actividades planteadas en el presente proyecto y dicho predio, no corresponde a un "Terreno Forestal".

El Artículo 110 de la presente Ley y el Articulo 13 de su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera establece que las emisiones de contaminantes de la atmósfera sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas para asegurar una calidad del aire satisfactorio para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. Las emisiones que se generaran por el proyecto son fijas por la operación de una Caldera; sin embargo, la actividad turística no está listada como sector industrial de jurisdicción federal, por lo que esta emisión es de carácter Estatal.

De acuerdo al Artículo 119 BIS y 120 de la presente Ley, la prevención y control de la contaminación del agua corresponde a los gobiernos de los Estados y de los Municipios mediante el control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado, la vigilancia de las normas oficiales mexicanas correspondientes, la determinación del monto de los derechos correspondientes para que el municipio o el estado lleve a cabo el tratamiento necesario y el registro de las descargas a los sistemas de drenaje y alcantarillado que administren. En este sentido, El agua residual generada será dirigida al alcantarillado municipal, en donde posteriormente será dirigida a la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras.

El Articulo 134 de la presente Ley, manifiesta que es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente, para esto el promovente basa su

cumplimiento regulatorio en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento, que a continuación se describen.

III.4.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y Reglamento

El Artículo 22 de la LGPGIR, establece que las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si estos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales. El promovente ha realizado el ejercicio de identificar los residuos que se generaran de las actividades que involucran el presente proyecto clasificándolos como de Manejo Especial y Peligrosos en base en el Articulo 5 fracciones XXX y XXXII.

El Artículo 43 de la presente Ley, establece que las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las Autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ellas se deriven. La promovente se dará de alta como generador de residuos peligrosos y no peligrosos, estos documentos se mantendrán actualizados. Los residuos generados durante las diferentes etapas del presente proyecto se almacenarán temporalmente para después ser dispuestos mediante transportistas autorizados.

Para dar cumplimiento al Artículo 41, que establece que los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada, la promovente almacenará temporalmente los residuos generados por el proyecto dentro un área designada para tal efecto equipado conforme a la normatividad.

La promovente se apegará a los procedimientos establecidos en el Reglamento de la LGPGIR para el manejo y disposición de los residuos que se generen a lo largo de todo el proyecto. Se adherirá a los Artículos 35, 42, 46, 82 y 83 relacionados con la identificación de los residuos, la asignación de la categoría de generador y los requerimientos legales que deben seguir los pequeños y grandes generadores de residuos.

III.4.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

La construcción y operación del Hotel Puerto Aventuras, se establecerá dentro del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, que actualmente cuenta con infraestructura para servicios turísticos y se encuentra dentro de los límites del Centro de Población Aventuras, el cual está regulado por el Plan de Desarrollo Municipal de Solidaridad y por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras. A su vez, el Sistema Ambiental definido para el Proyecto, presenta en su mayoría, Vegetación Secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia, con extensiones menores de Manglar, Selva Mediana Subperennifolia y usos no forestales del suelo como: sin vegetación aparente, urbano construido y cuerpos de agua, así mismo, el predio en cuestión presenta una Vegetación Secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia.

Debido a lo anterior, el Proyecto no involucra vegetación forestal, ni áreas que representen una conectividad de la vegetación con la masa forestal fuera del sistema ambiental y que puedan representar un corredor biológico. Adicionalmente, y de acuerdo al Artículo 7 fracción LXXI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2018), no se considerará terreno forestal, los terrenos que se localicen dentro de los límites de los centros de población, en términos de la Ley General de Asentamientos

Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Dado lo anterior, no se considera la elaboración de un Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo.

III.4.4 Ley de Aguas Nacionales y Reglamento

La presente Ley es reglamentaria del Art. 27 de la Constitución Política en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

El Proyecto generará agua residual derivado de la etapa de operación, la cual será dirigida al sistema de drenaje del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, en donde posteriormente será dirigida a la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, por lo que no se prevén descargas al suelo o a ningún cuerpo de agua o bien nacional.

III.4.5 Ley General de Cambio Climático

Esta Ley tiene por objetivo garantizar el derecho a un ambiente sano, declarado en la Constitución Mexicana, así como regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropológicas peligrosas además de regular las acciones para la mitigación y adaptación del cambio climático.

En específico y con base a esta ley, se promoverán programas para la reducción de emisiones específicas y reducción de emisiones por sector industrial, por lo que la empresa se encuentra en toda la disposición de participar en los programas que la autoridad establezca de acuerdo con el sector de actividad.

Otro de los puntos que establece esta Ley es la obligatoriedad de proporcionar los datos necesarios para integrar un inventario nacional de emisiones, la empresa proporciona los datos de su proceso y emisiones mediante la Cedula de Operación Anual de jurisdicción estatal.

III.4.6 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)

El artículo 10 de la LFRA, establece que toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.

De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

El artículo 12 menciona que, será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:

I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;
II. El uso u operación de embarcaciones en arrecifes de coral;
III. La realización de las actividades consideradas como Altamente Riesgosas, y
IV. Aquellos supuestos y conductas previstos por el artículo 1913 del Código Civil Federal.

El Capítulo VI del presente documento, establece medidas de prevención, mitigación y compensación, con el objetivo de no incurrir en un daño al ambiente, el cual pueda resultar en un evento de contaminación. Adicionalmente, se establece un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual se enfocará en los parámetros ambientales identificados como aquellos que se verán afectados en mayor grado por las actividades del proyecto, tales como: calidad del agua, aire, suelo, aspectos de contaminación acústica, medidas de protección de flora y fauna y aspectos particulares en cada actividad o etapa del proyecto.

Dado lo anterior, el Proyecto estará en concordancia con lo establecido en la LFRA.

III.4.7 Ley General de Turismo

La materia turística comprende los procesos que se derivan de las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias temporales en lugares distintos al de su entorno habitual, con fines de ocio y otros motivos. Los procesos que se generan por la materia turística son una actividad prioritaria nacional que, bajo el enfoque social y económico, genera desarrollo regional. El artículo 58 de la Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo, establece obligaciones para los prestadores de los servicios turísticos, a continuación, se enlistan las que tienen aplicabilidad directa en materia de medio ambiente, con el Proyecto.

Artículo 58. Son obligaciones de los prestadores de servicios turísticos:

IV. Participar en el manejo responsable de los recursos naturales, arqueológicos, históricos y culturales, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables;

El Promovente llevará a cabo medias de prevención, mitigación y compensación establecidas en el Capítulo VI de este documento, así como la ejecución de un Plan de Vigilancia Ambiental, con el objetivo de proteger los recursos naturales y culturales.

III.4.8 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo y su Reglamento

El Articulo 24 de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (LEEPA), establece La realización de las obras o actividades a que se refiere este artículo, se sujetará al procedimiento de evaluación de la manifestación de impacto ambiental. Sin embargo, dado que el Predio del Proyecto se encuentra bajo un procedimiento administrativo ante la PROFEPA, se preparó la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular.

Con respecto a la descarga de aguas residuales, la LEEPA establece lo siguiente:

Artículo 88*.- Para el caso de la realización de obras o actividades descritas en el artículo 28 de la Ley, artículo 5 del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental a que se refiere la Ley, así como de las Fuentes Fijas de Competencia Estatal, durante los períodos de trabajos preliminares, construcción y operación de los proyectos, se deberán instalar baños portátiles que garanticen que no habrá emisión de contaminantes provenientes de aguas sanitarias al suelo y subsuelo.*

Artículo 89.*- Los responsables de las Fuentes Fijas de Competencia Estatal, que generen descargas de aguas residuales, deberán cumplir con las disposiciones legales aplicables, Normas Oficiales Mexicanas, y demás preceptos aplicables en la materia.*

EL promovente instalará sanitarios portátiles durante la etapa de preparación del sitio y construcción, y se apegará a las disposiciones aplicables en materia

El artículo 112 de la LEEPA, menciona que, sin perjuicio de las autorizaciones que expidan otras autoridades, las Fuentes Fijas de Competencia Estatal o municipal, requerirán la Licencia de Funcionamiento Ambiental expedida por la secretaria o el municipio. El promovente obtendrá la licencia de funcionamiento Estatal, una vez que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental y se hayan iniciado las operaciones.

III.4.9 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Quintana Roo y su Reglamento

La Ley para la Prevención y Gestión integral de los Residuos del Estado de Quintana Roo (LGIR), determina en su artículo 63 establece que los generadores de residuos de manejo especial deberán registrarse ante la secretaria y el artículo 64 establece obligaciones para los generadores de residuos sólidos urbanos.

De acuerdo al Artículo 37 y 38 de la LGIR, los generadores de residuos de manejo especial (RME)y los grandes generadores de residuos sólidos urbanos (RSU) están obligados a: registrarse ante la autoridad como generadores, establecer planes de manejo para los residuos que generen en grandes volúmenes, llevar una bitácora en la que registren el volumen y tipo de residuos generados anualmente, y la forma de manejo a la que fueron sometidos los que se generen en grandes volúmenes; ocuparse del acopio, almacenamiento, recolección, transporte, reciclaje, tratamiento o disposición final de sus residuos generados en grandes volúmenes o de manejo especial, de conformidad con las disposiciones de la LGIR y otros ordenamientos que resulten aplicables, o entregarlos a los servicios de limpia o a proveedores de estos servicios que estén registrados ante las autoridades competentes, cubriendo los costos que su manejo represente; y, almacenar sus residuos conforme a la LGIR y su reglamento.

El promovente llevará a cabo la estimación de los volúmenes de generación de RME para auto clasificarse y en caso de identificarse como gran generador dará cabal cumplimiento al presente artículo. Aunque el promovente no sea clasificado como gran generador, esté manejará sus residuos adecuadamente tomando como base lo dispuesto por este artículo. En el caso de los RSU, cumplirá con lo establecido.

III.4.1 Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo

El artículo 36 de la Ley de Agua y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (LAPA) determina que están obligados a contratar los servicios de agua potable, en los lugares en que exista el servicio, los propietarios o poseedores de giros mercantiles e industriales o de cualquier otra actividad que por su naturaleza estén obligados al uso de agua potable. El Desarrollo Turístico donde se instalará el Proyecto, cuenta con suministro de agua a través del Organismo Operador de Agua Potable y Alcantarillado DHC AGUAKAN.

El artículo 42 establece que para cada predio, giro o establecimiento de lo que haya obligación de dotar de agua potable del servicio público, deberá instalarse una toma independiente, así como una descarga de aguas negras por separado, salvo los casos en que a juicio de los, organismos operadores y siendo posible, no haya inconveniente en autorizar una derivación. EL Proyecto se conectará al sistema de drenaje del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras.

III.4.2 Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo

El artículo 55 de la Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo, establece obligaciones para los prestadores de los servicios turísticos, a continuación, se enlistan las que tienen aplicabilidad directa en materia de medio ambiente, con el Proyecto.

Artículo 55: *Los prestadores de los servicios turísticos tendrán los siguientes deberes:*

IV*. Participar en el manejo responsable de los recursos naturales, arqueológicos, históricos y culturales, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables;*

XI. *Prestar sus servicios en español como primera lengua, lo que no impide que se puedan prestar los servicios en otros idiomas o lenguas;*

XV*. Observar las disposiciones de esta Ley y de la Ley General y demás ordenamientos*

legales que normen su actividad y vigilar que sus dependientes y empleados cumplan

con las mismas.

El Promovente llevará a cabo medias de prevención, mitigación y compensación establecidas en el Capítulo VI de este documento, así como la ejecución de un Plan de Vigilancia Ambiental, con el objetivo de proteger los recursos naturales y culturales.

III.4.3 Reglamento del Equilibrio Ecológico y protección Ambiental del Municipio de Solidaridad

Este Reglamento, establece obligaciones para el desarrollo de proyectos en todos los giros mercantiles y comerciales, para una gestión ambiental adecuada dentro del Municipio de solidaridad. A continuación, se presentan los lineamientos aplicables al Proyecto.

Con respecto al recurso Agua, el Reglamente establece lo siguiente:

Artículo 51.- Para la recarga de mantos acuíferos y evitar la penetración de la cuña salina en las superficies de predios, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.

Los porcentajes de áreas verdes señalados en el párrafo anterior se determinarán de conformidad con lo que establezca la Ley Estatal.

El Proyecto mantendrá el 50% de la superficie del predio, como superficie de áreas verdes o de conservación, lo que permitirá la infiltración del agua de lluvia.

Artículo 52.- Todos los desarrollos tales como hoteles, restaurantes, centros comerciales, industrias, deben contar con sistema de captación de agua pluvial con filtrado que permita su almacenamiento y conducción al sistema de abastecimiento de inodoros, regaderas, lavabos, lavandería, fregaderos, jardinería, áreas verdes y otros usos.

El proyecto analizará la inclusión de un sistema de captación de agua de lluvia, para la operación del Hotel Puerto Aventuras.

Con respecto al recurso Suelo, el Reglamente establece lo siguiente:

Artículo 54.- Para prevenir, controlar y corregir otros procesos de degradación del suelo, las actividades públicas o privadas que se realicen en el territorio municipal deberán observar los siguientes criterios:

I. El uso del suelo debe realizarse de acuerdo a su aptitud y vocación natural de manera que mantengan su integridad natural y capacidad productiva;

II. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas con efectos ecológicos adversos;

III. Las obras públicas o privadas que puedan provocar deterioro severo del suelo deben desarrollar las acciones de prevención, rescate o restauración que correspondan, y

IV. Los cambios de uso de suelo determinados en los instrumentos de planeación vigentes, deberán apegarse al procedimiento que les dio origen en términos de las leyes estatales y federales y sus respectivos reglamentos. Una vez que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental, el promovente gestionará la obtención de la licencia de uso de suelo.

La construcción y operación del Hotel Puerto Aventuras, se establecerá dentro del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, que actualmente cuenta con infraestructura para servicios turísticos y cuenta con autorización en materia de impacto ambiental (Ver sección II.1.1), además, el área está regulada en materia de ordenamiento territorial, por el PDU-Aventuras, el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad. El Proyecto se centra en la instalación de infraestructura turística, lo cual se ajusta a la tendencia de desarrollo del Estado de Quintana Roo.

Con respecto al mantenimiento de Áreas verdes y/o permeables:

Artículo 63.- Toda construcción debe de contar con áreas verdes. Los espacios libres de cada predio deberán arbolarse o ajardinarse en un porcentaje no menor a lo establecido en los Programas de Desarrollo Urbano, al POEL y demás declaratorias de uso de suelo vigentes.

El Proyecto mantendrá el 50% de la superficie del predio, como superficie de áreas verdes o de conservación, lo que permitirá la infiltración del agua de lluvia.

Con respecto a la remoción de la vegetación:

Artículo 79.- El permiso de remoción vegetal autoriza dentro de predios en áreas urbanas, la remoción parcial de la vegetación herbácea, arbustiva y arbórea que se localice en las aéreas de desplante de las obras o actividades de un proyecto.

EL Proyecto solicitará autorización para la remoción de vegetación, una vez que haya obtenido la autorización de impacto ambiental, motivo de este documento, previo al inicio de las actividades.

III.5 Normas Oficiales Aplicables

III.5.1 NOM-001-SEMARNAT-1996

La presente norma estipula los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. El proyecto no llevará a cabo descargas a agua residual a cuerpos de agua y/o bienes nacionales, por lo que la presente norma no es aplicable al proyecto.

III.5.2 NOM-002-SEMARNAT-1996

Estipula los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. El agua residual será descargada al sistema de drenaje del Desarrollo del Desarrollo Turístico Puerto Aventuras, y posteriormente dirigida y tratada en una Planta de Tratamiento de agua residual. Dado que el agua no será descargada a un sistema de drenaje municipal, la presente norma es aplicable al proyecto.

III.5.3 NOM-041-SEMARNAT-2006

La presente estipula los límites máximos permisibles de emisión de gases de contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible. El proyecto no involucra el uso de vehículos que utilicen gasolina como combustible por lo que esta norma no le es aplicable al proyecto.

III.5.4 NOM-043-SEMARNAT-1993

La presente estipula los niveles máximos permisibles de emisión a la atmosfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. El Proyecto contempla la operación de una caldera, por lo que este sujeto a reporte de emisiones a nivel estatal (Ver sección III.4.8) y cumplirá con los límites establecidos en esta disposición.

III.5.5 NOM-052-SEMARNAT-2005

Esta norma aplica para la caracterización de los residuos peligrosos generados a lo largo de todas las etapas del proyecto para asegurar su adecuado manejo. El promovente segregará los residuos para su almacenamiento temporal, previos a su disposición mediante prestadores de servicios autorizados para tal efecto.

III.5.6 NOM-054-SEMARNAT-1993

La presente norma procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos. El promovente llevará a cabo la segregación de sus residuos, tomando en cuenta la incompatibilidad entre ellos. El promovente elaborará una tabla de incompatibilidad la cual incluirá todas las corrientes de residuos que se generarán derivado del proyecto.

III.5.7 NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta norma lista las especies nativas de México de flora y fauna silvestre, cuyas poblaciones se encuentran bajo algún estatus de riesgo. El proyecto ejecutará un Programa de ahuyentamiento de fauna, y rescate y reubicación de flora y fauna, con énfasis en especies de lento desplazamiento y aquellas listadas en esta Norma. Por lo que, con estas acciones, está en cumplimiento con la presente disposición.

III.5.8 NOM-081-SEMARNAT-2005

La presente norma establece los límites máximos permisibles (LMPs) de emisión de ruido. Debido al tipo de proyecto, no se espera que los niveles de ruido excedan estos LMPs; sin embargo, una vez que se inicien operaciones el promovente llevará a cabo un estudio de ruido perimetral para corroborar el cumplimiento de la norma.

III.6 Áreas Naturales Protegidas Federales

El predio del proyecto, no se encuentra inmerso en alguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), Región Terrestre Prioritaria (RTP) o alguna Área Natural Protegida (ANP), como se menciona en el Capítulo IV de este documento.

III.7 Otras Áreas de Atención Prioritaria

El Sitio del Proyecto solamente queda dentro de la Región Hidrológica Prioritaria Corredor Cancún-Tulum, sin embargo, no se desprenden obligaciones para el desarrollo del Proyecto

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

En el presente capítulo se desarrolla la identificación y posterior ddescripción del sistema ambiental y la problemática detectada en las diferentes delimitaciones del proyecto. En este sentido y en cumplimiento a lo establecido, se presenta el Sistema Ambiental (SA) donde se inserta el Proyecto "Hotel Puerto Aventuras", en adelante el Proyecto o también llamado sitio del Proyecto (SP) y Área de Influencia (AI). De esta manera, el objetivo principal de este capítulo es la delimitación del SA, para luego presentar la caracterización y descripción de sus características físicas, bióticas y socioeconómicas, así como analizar en forma integral los componentes del sistema ambiental en donde se encuentra inserto el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro, todo esto será de utilidad para la identificación de los impactos ambientales ocasionados por la implementación del Proyecto y a las propuestas de las medidas de mitigación, compensación, prevención o restauración propuestas para cada caso.

Para este propósito, se llevó a cabo una campaña de muestre en el sitio del Proyecto, para hacer observaciones y obtener datos de campo. Posteriormente, dicha información se contrastó con la emitida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, a través de sus diferentes cartas temáticas), por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), así como de distintas fuentes bibliográficas especializadas y validadas por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La integración de la información se realizó tomando como base las características de los elementos descritos por INEGI, complementando con la información de campo. Para la delimitación del Área de Influencia correspondiente al Sitio del Proyecto, se tomaron en cuenta los impactos y factores ambientales relacionados por los tipos de obras y actividades específicas cuyas obras son descritas en el Capítulo II, mientras que los impactos generados por su implementación, así como su operación se muestran en los Capítulos V, VI y VII, del presente estudio.

Los componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del SA como parte de la caracterización ambiental del Proyecto, se presentan en la **Tabla IV.1**, atribuyendo a cada componente y subcomponente un porcentaje en superficie de correspondencia en el SA.

Conceptualmente, el SA, se define como un espacio geográfico delimitado a partir de la interacción homogénea de los componentes ambientales abióticos, bióticos y socioeconómicos. Una vez definido conceptualmente el SA, se procedió a su delimitación para la zona en donde se encuentra el SP y AI.

IV.1Delimitación del Áreas de influencia

El AI del Proyecto abarca 385.620693 ha, ocupando el 21.36 % del SA, la delimitación se hizo con base en el impacto, social, económico y biológico que pudiese tener el proyecto dentro del SA, esta delimitación abarca una parte las Unidades de Gestión Ambiental 9 (Zona Urbana de Ciudad Aventuras), la UGA 11 (Reserva Urbana de Solidaridad) y la UGA 15 (Corredor Turístico Paamul-Yalku, esto debido a que aunque el proyecto se desarrollará en la UGA 15, las personas que trabajaran en dicho proyecto viven y desarrollan su vida cotidiana en las UGA's 9 y 11, el uso turístico es la vocación contemplada de la UGA 15, mientras que la vocación de uso de suelo

contemplada para las UGA 9 y 11 es la urbana, en la figura 4.2 se aprecia la delimitación final del área de influencia del proyecto.

IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental

Conforme la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico, del "Delimitación del Sistema Ambiental", se utilizó como base la regionalización establecida en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad, en concreto, se adecuó la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 15, dentro de la cual se encuentra el sitio del Proyecto, de manera que se incluyera por completo los Asentamientos Humanos cercanos al SP y quedaran como parte de los límites del SA, de manera que abarcara toda el área donde potencialmente tendrá influencia el Proyecto. Además, se evaluaron otros componentes como hidrología subterránea y superficial, edafología, geología y fisiografía (Tabla 4.1, Figura 4.1).

Tabla IV.1 Componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental

Superficies Sistema Ambiental			
Polígono	**Área (ha)**	**Área (m2)**	**%**
Sistema Ambiental	1,805.160042	18,051,600.42	100.00
Sitio del Proyecto	1.485406	14854.06	0.08
Vegetación y Uso del Suelo			
Urbano construido	1051.028126	10510281.26	58.22
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	472.656285	4726562.85	26.18
Manglar	187.871202	1878712.02	10.41
Selva mediana subperennifolia	30.946341	309463.41	1.72
Sin vegetación aparente	49.877923	498779.23	2.8
Agua	12.780165	127801.65	0.71
Edafología			
Leptosol	1790.195906	17901959.06	99.17
Arenosol	14.96414	149641.4	0.83
Clima			
Cálido Subhúmedo	1,805.160042	18,051,600.42	100
Geología			
Caliza	1789.043888	17890438.88	99.12
Suelo	16.116162	161161.62	0.89
Hidrología Superficial			

Subcuenca Quintana Roo	1,805.160042	18,051,600.42	100
Hidrología Subterránea			
Península de Yucatán	1,805.160042	18,051,600.42	100
Provincias Fisiográficas			
Península de Yucatán	1,805.160042	18,051,600.42	100
Subprovincias Fisiográficas			
Subprovincia Karst Yucateco	1,805.160042	18,051,600.42	100
Socioeconómico			
Municipio de Solidaridad	1,805.160042	18,051,600.42	100

La superficie total que abarca el SA considerado, es de aproximadamente 1,805.160042 ha, el Área de Influencia (AI) corresponde a 385.620693 ha (el 21.36 % de la superficie del SA) y la superficie que ocupa el Sitio del Proyecto (SP) abarca 1.485406 ha, lo que indica que ocupa un 0.08% con respecto a la superficie total del SA.

El SA se conforma principalmente por áreas clasificadas como: Urbano Construido (58.22%) y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (26.18%) manglar (10.41%), Selva mediana subperennifolia (1.72%), sin vegetación aparente (2.8%) y agua (0.71%).

Con respecto a los tipos de suelo, el 99.17% lo ocupa el leptosol que se caracteriza por ser un tipo de suelo muy somero, asentado sobre roca continua y además suelen ser extremadamente gravillosos y/o pedregosos, el porcentaje restante (0.83%), corresponde a los suelos tipo arenosol, que como su nombre lo indica son suelos arenosos que se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de México.

El clima que se presenta en el Sistema Ambiental es Cálido Subhúmedo $Aw_2(x')$, que son climas cálidos subhúmedos con un cociente de P/T (precipitación total anual en mm, sobre temperatura media anual °C) mayor de 55.3. y cuya temperatura del mes más frío es mayor de 18°C y la precipitación anual e igual o superior al valor calculado.

El 100% del SA determinado para el Proyecto, se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica "Península de Yucatán" donde el terreno es predominantemente plano, su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas (que contiene cal) que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años, mientras que la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente.

Con base en lo anterior, la geología se compone principalmente de caliza (99.12%) y suelo (0.89 %). Asimismo, existe una diversidad de rocas que ocupan poca superficie pero que se distribuyen en pequeñas proporciones a lo largo del SA.

El Sistema Ambiental abarca la subcuenca hidrológica de Quintana Roo, la cual tiene un área de 14, 645 km2, un déficit de agua de 600 a 700 mm, una precipitación media de 1,274.2 mm, evapotranspiración del 85.4 %, escurrimiento de 0.4 % e infiltración de 14.2 %.

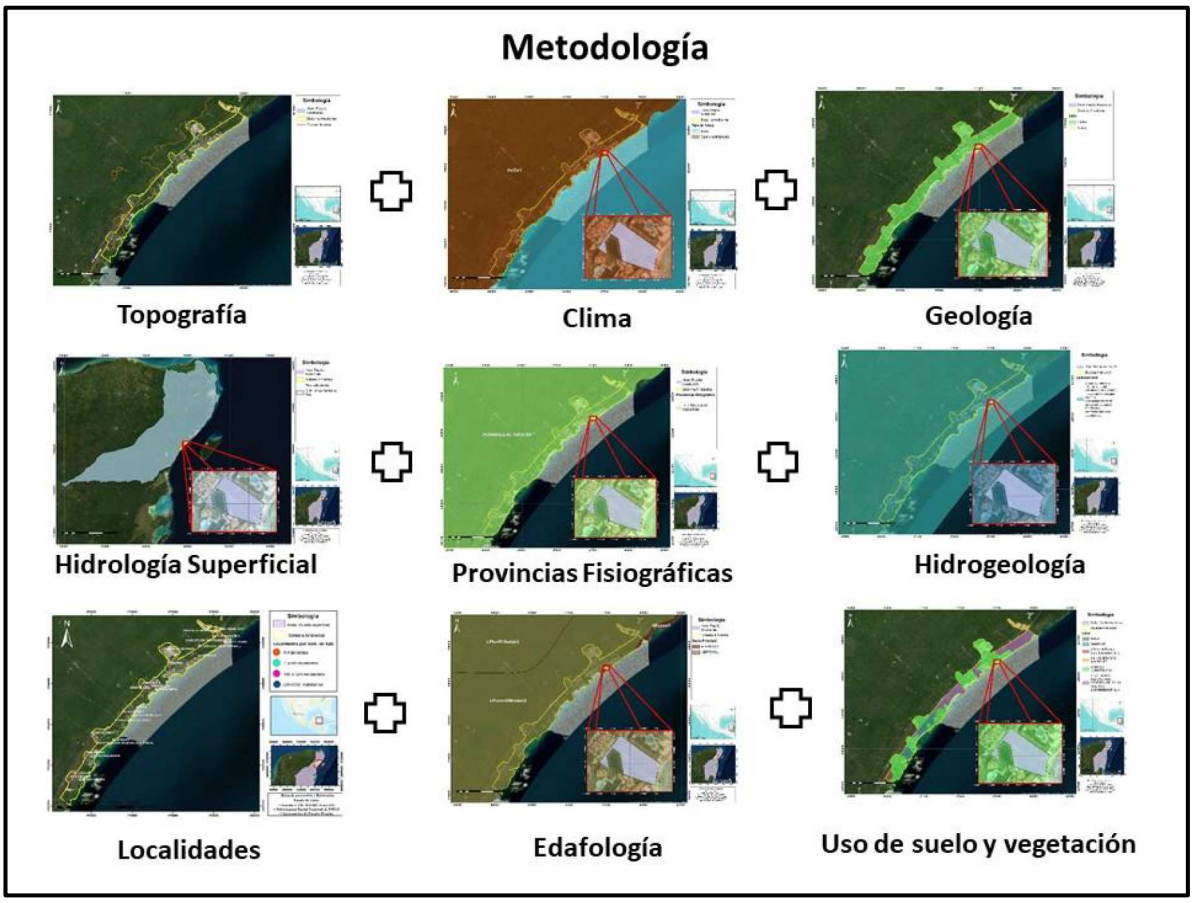


Figura IV.1 Metodología empleada para la caracterización del Sistema Ambiental

La determinación de los límites del SA se realizó principalmente con base en la delimitación de la Unidad de Gestión Ambiental 15 (UGA-15) del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL-Solidaridad) y adecuando la delimitación de la misma con los límites del uso de suelo de Urbano Construido, de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI, algunas otras consideraciones que se tuvieron presentes fueron los factores abióticos de hidrología, geología, edafología, clima y las áreas prioritarias para la conservación como Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Áreas Naturales Protegidas (ANP) Nacionales y Estatales, de las cuales el Sitio del Proyecto solamente queda dentro RHP Corredor Cancún-Tulum pero fuera del ANP Federal Caribe Mexicano, las AICA´s Cozumel y Corredor Central Vallarta-Punta Laguna y las RTP Zonas Forestales de Quintana Roo y Sian Ka' an -Uaymil Xcalak.

El SA comprende una superficie total de 1,805.16 ha, ubicado dentro del municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo (**Figura IV.2**). Esta zona se encuentra delimitada por los siguientes rasgos geográficos:

Al Norte.- Está conformado por los límites de la Localidad de Paa Mul.

Al Oeste.- El límite está definido por los límites de la Carreterra Cancún-Tulum y de algunos asentamientos como San José y San Antonio.

Al Sur.- El límite está definido por el límite de la UGA 15 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

Al Este.- En esta parte el SA está definido por el límite de la superficie terrestre del municipio de Solidaridad y al mismo tiempo de la UGA 15 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

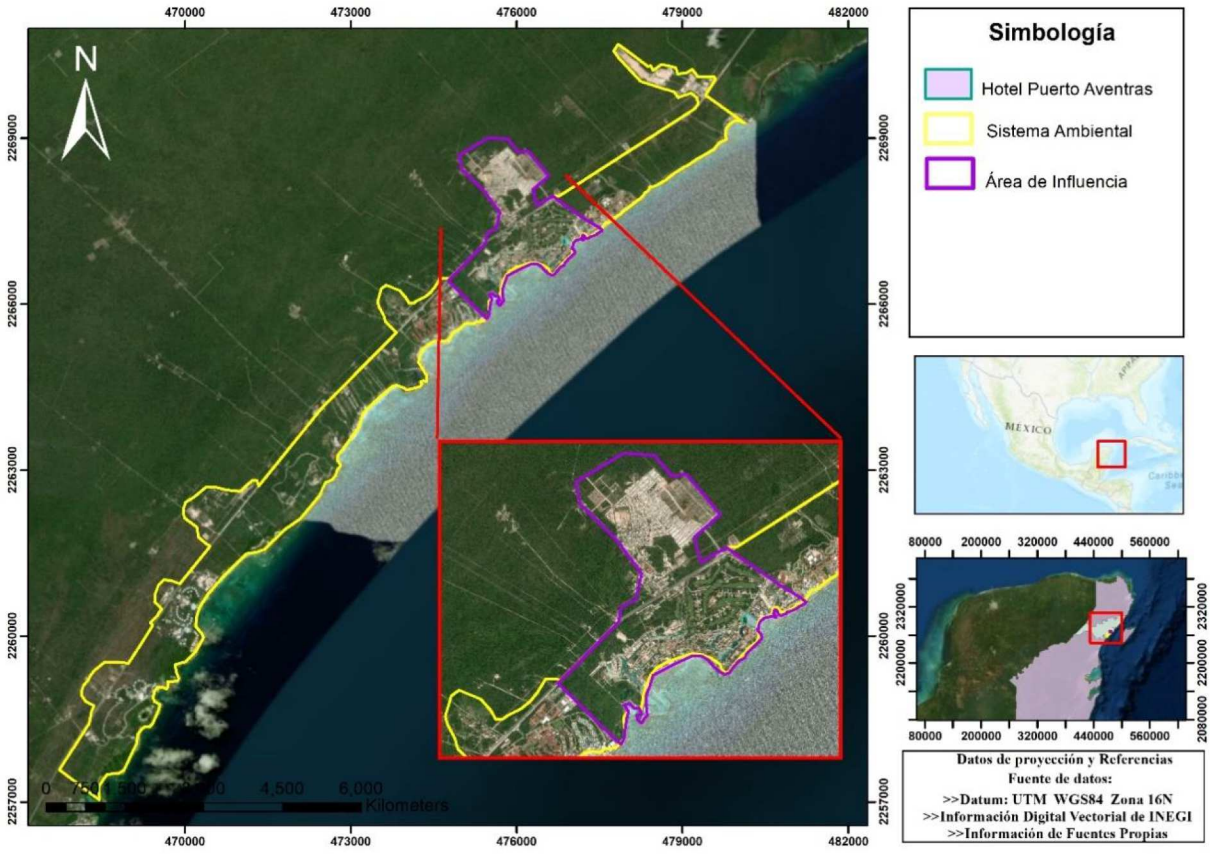


Figura IV.2 Sistema Ambiental y Área de Influencia del Proyecto

IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

El análisis considera los siguientes componentes ambientales, los cuales pueden ser medidos cualitativa y cuantitativamente para determinar la calidad del ambiente en el SA:

- Clima
- Calidad del aire
- Geología y morfología
- Relieve y geomorfología
- Tipos de suelo
- Hidrología superficial y subterránea
- Geohidrología e hidrología subterránea
- Calidad del agua
- Vegetación silvestre
- Fauna silvestre
- Paisaje
- Medio Socioeconómico y Cultural

I.1.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental

En este apartado se realizará la caracterización de cada uno de los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos de importancia sustantiva que conforman el ambiente actualmente en el SA, SP y AI, describiendo su estructura y su funcionamiento con base en las visitas en campo realizadas, considerando también la información bibliográfica, a fin de realizar una correcta caracterización de los elementos ambientales lo que permitirá realizar la evaluación del pronóstico de los posibles impactos.

IV.3.1.1 Medio abiótico

IV.3.1.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

Para el presente apartado, se utilizó la información de cuatro estaciones meteorológicas del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) (SMN, 2019a). Las estaciones se encuentran distribuidas alrededor del SA. Para este análisis se consideró un periodo comprendido entre 1951 a 2010. (**Tabla 4.2**, **Figura 4.3**). En el **Anexo 4.1** se presenta la metodología para la elaboración del presente apartado.

Tabla IV.2 Ubicación de las estaciones meteorológicas cercanas al SA.

Estación	Número	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Playa del Carmen	23163	Solidaridad	20°38'04" N.	87°04'40" W.	9.0
Tulum	23025	Tulum	20°13'32" N.	87°27'29" W.	10.0
Victoria	23027	Lázaro Cárdenas	20°47'26" N.	87°16'49" W.	15.0
Coba	23012	Tulum	20°29'19" N.	87°44'15" W.	5.0

Tipo de Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1987), el Sistema Ambiental presenta un clima Cálido subhúmedo "**$Aw_2(x')$**" en su totalidad (**Figura 4.2**). A continuación, se presenta la descripción correspondiente a este tipo de clima:

Aw2(x'): clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura media del mes más frío mayor de 18°C. Subhúmedo con un cociente P/T mayor de 55.3, con lluvias de verano y sequía en invierno; porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2.

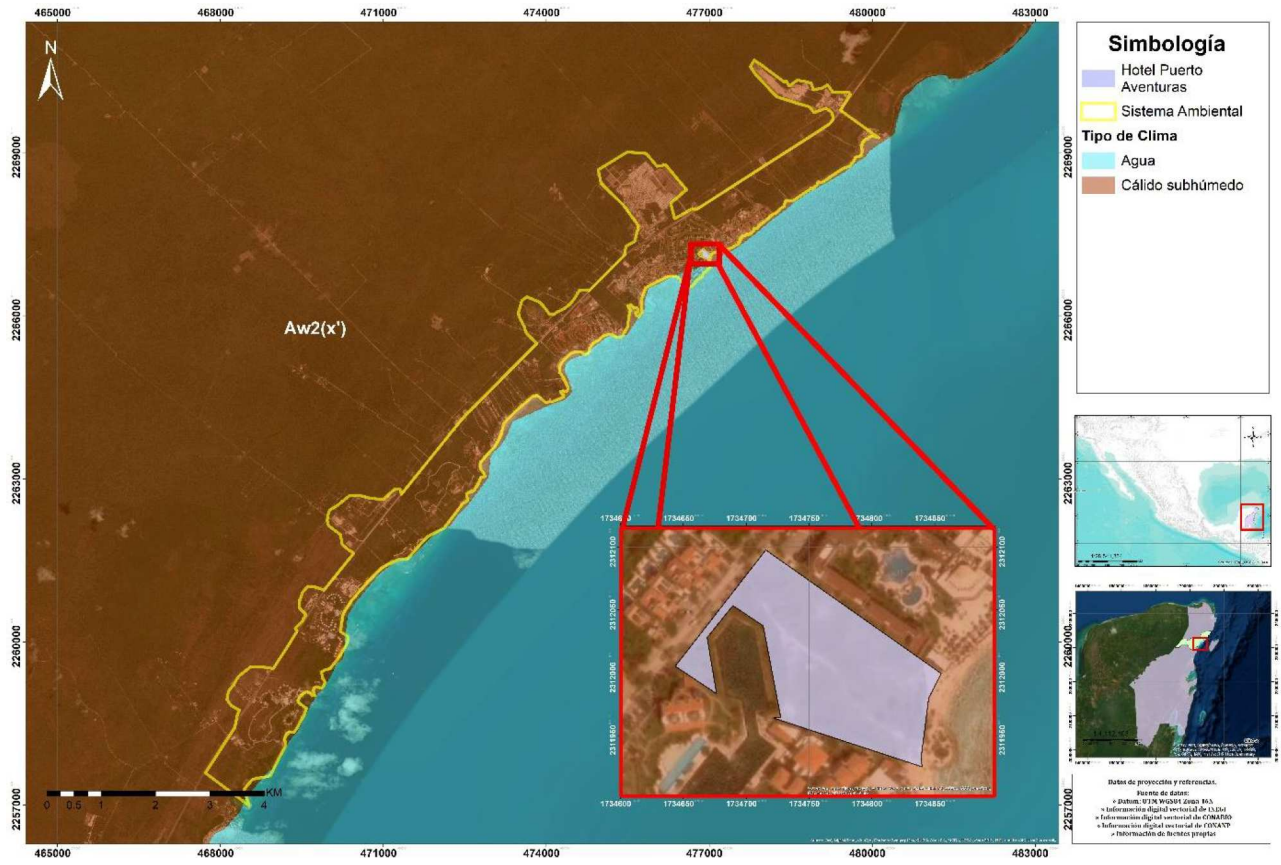


Figura IV.3 Clima presente en el Sistema Ambiental y Sitio del Proyecto.

Temperatura

Calculado como promedio entre las 4 estaciones meteorológicas se obtuvo una temperatura media máxima anual de 30.4ºC. La temperatura media anual es de 25.1ºC y la temperatura mínima promedio de 19.7ºC. Históricamente, los meses más calurosos son junio, julio y agosto con temperaturas media anuales mayores a 27°C. Los meses más fríos son diciembre, enero y febrero, con temperaturas medias anules menores de 23°C (**Tabla IV.3**).

Tabla IV.3 Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas en las estaciones meteorológicas

Estación	Temp. (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Playa del Carmen (23163)	Máxima	27.8	28.5	29.6	30.8	31.7	32.0	32.5	32.9	32.6	30.8	29.3	28.6	30.6
	Media	22.8	23.4	24.3	26.1	27.3	27.9	28.0	28.0	27.9	26.3	24.4	23.4	25.8
	Mínima	17.9	18.3	19.0	21.3	22.9	23.7	23.5	23.2	23.1	21.7	19.4	18.2	21.0
Tulum (23025)	Máxima	29.3	29.8	30.9	31.4	32.2	32.0	32.3	32.4	31.8	31.2	30.5	29.4	31.1
	Media	23.5	24.0	25.4	26.2	27.0	27.2	27.0	27.1	26.6	25.9	24.9	23.8	25.7
	Mínima	17.8	18.2	19.8	21.1	21.8	22.5	21.7	21.7	21.4	20.6	19.4	18.2	20.4
Victoria (23027)	Máxima	27.1	27.6	28.4	29.8	31.6	31.4	31.7	31.9	31.6	30.3	28.9	27.9	29.9
	Media	21.1	21.5	22.5	24.3	26.2	26.6	26.6	26.8	26.4	25.3	23.6	21.9	24.4
	Mínima	15.1	15.5	16.6	18.9	20.8	21.7	21.6	21.6	21.2	20.2	18.2	15.9	18.9
Coba (23012)	Máxima	26.6	27.8	29.2	30.9	32.0	32.1	32.3	32.4	31.2	29.3	28.7	27.5	30.0
	Media	20.6	21.4	22.9	24.6	25.9	26.7	26.7	27.0	26.1	24.5	23.2	21.6	24.3
	Mínima	14.7	15.1	16.6	18.4	19.9	21.3	21.1	21.7	21.0	19.7	17.1	15.6	18.5

Precipitación y evaporación promedio mensual

La precipitación media anual registrada en las estaciones varía entre 1,127.4 mm registrada en la estación Coba (23012) a 1,331.2 mm registrada en la estación Playa del Carmen (23163) la cual es la estación más cercana al sitio de proyecto (**Tabla IV.4**). Según los períodos de análisis considerados, la temporada de lluvias comienza en junio y se prolonga hasta octubre con precipitaciones mayores a 100 mm. El mes con menor precipitación es marzo, con precipitaciones menores a 40 mm. En la **Figura IV.4** se presentan las isoyetas en el entorno del SA.

Tabla IV.4 Precipitación mensual registrada en las estaciones meteorológicas

Estación	Prec. (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Playa del Carmen (23163)	Media	61.2	50.5	28.1	51.2	78.1	153.0	126.3	126.3	168.8	284.3	130.3	73.1	1,331.2
	Máxima	174.9	162.7	71.0	286.0	218.0	556.0	335.0	388.8	391.6	538.0	275.1	230.0	
Tulum (23025)	Media	60.7	47.0	31.7	37.6	100.9	156.5	100.4	97.3	167.2	189.2	80.8	64.2	1,133.5
	Máxima	180.0	249.3	92.6	116.4	380.0	410.8	417.1	369.5	411.0	611.5	260.2	172.4	
Victoria (23027)	Media	60.3	49.0	46.7	55.1	119.7	183.0	113.2	167.3	207.9	176.2	88.0	60.1	1,326.5
	Máxima	166.2	232.5	181.0	160.5	633.7	377.0	364.5	312.6	388.5	478.7	388.7	309.5	
Coba (23012)	Media	52.7	38.2	40.4	59.9	97.6	138.2	106.5	153.2	194.4	143.3	66.4	36.6	1,127.4
	Máxima	171.0	119.5	177.5	372.9	293.8	344.9	250.8	323.5	359.1	431.1	132.4	197.7	

Para los datos de evaporación (**Tabla IV.5)**, solamente se cuenta con los registros de tres estaciones. En estas estaciones se registraron valores anuales entre 1,497.8 y 1,615.4 mm, siendo los meses de abril y mayo donde más se observó el fenómeno de evaporación.

Tabla IV.5 Evaporación promedio mensual, registrada de 1951 a 2010

Estación	Evaporación (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Playa del Carmen (23163)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tulum (23025)	101.3	113.9	143.0	160.2	165.8	149.9	158.1	155.2	134.8	123.6	111.3	98.3	1,615.4
Victoria (23027)	90.5	102.5	143.3	159.5	166.5	141.9	151.8	141.0	116.4	110.9	90.5	83.0	1,497.8
Coba (23012)	90.0	105.9	149.0	172.1	176.4	142.3	149.7	144.7	119.5	114.1	88.6	81.1	1,533.4

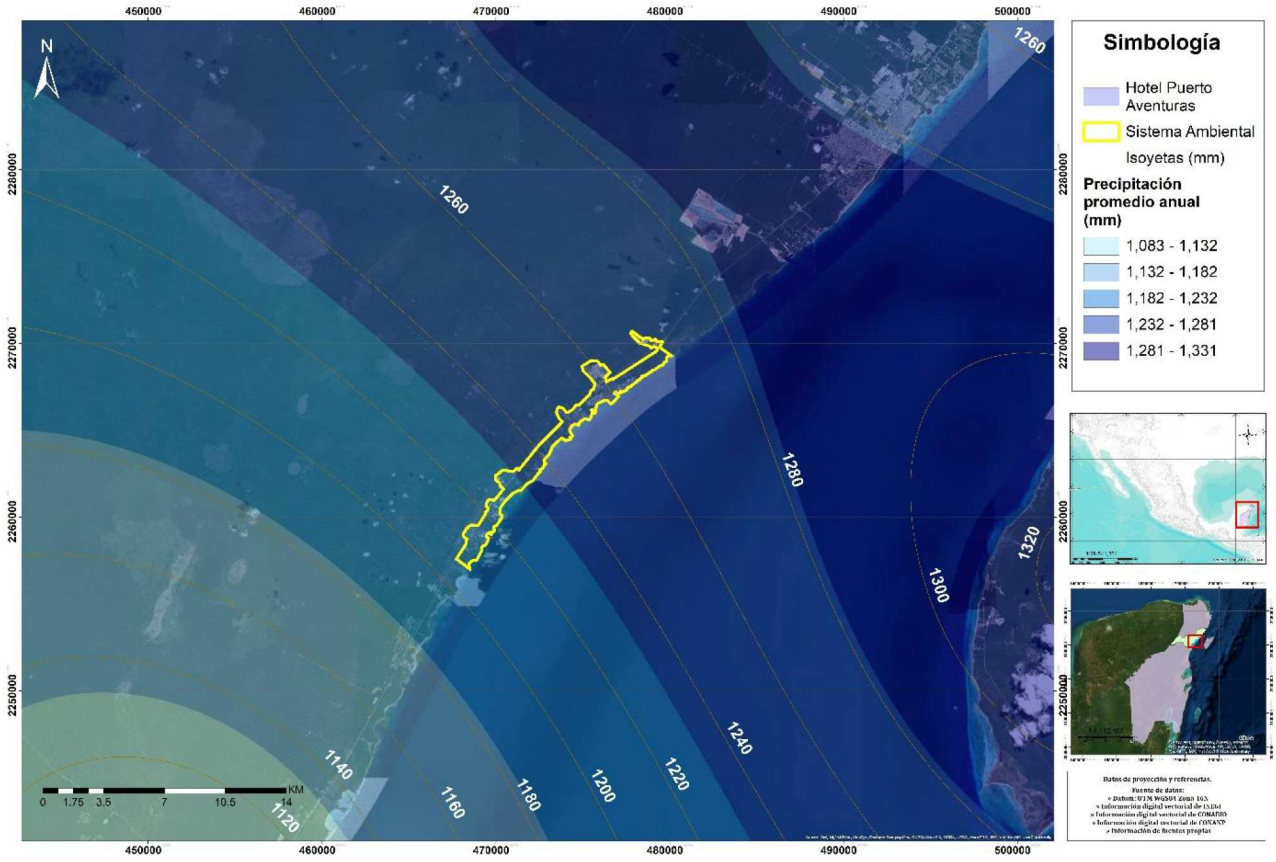


Figura IV.4 Distribución de las isoyetas en el entorno del Sistema Ambiental

Fenómenos Climatológicos

Para los fenómenos climatológicos como lluvia, neblina, granizo y tormentas eléctricas se presentan los números de días promedio mensual de las estaciones con este fenómeno en el **Tabla IV.6**. Los fenómenos que más se presentan en el SA son las lluvias con un promedio de 92 días al año, seguidos por las tormentas eléctricas con 0.3 días. La niebla solamente se detectó en la estación playa del Carmen. No hubo registros de granizo.

Tabla IV.6 Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en las estaciones meteorológicas

Estación	Eventos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Playa del Carmen (23163)	Lluvia	7.7	4.4	3.8	3.7	6.5	10.6	9.3	9.6	14.5	15.9	9.5	7.3	102.8
	Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
	Granizo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tormenta Eléctrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tulum (23025)	Lluvia	7.2	4.6	3.3	3.2	5.9	9.7	8.3	8.7	12.8	11.5	8.2	7.1	90.5
	Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Tormenta Eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.5
Victoria (23027)	Lluvia	7.4	4.9	4.1	4.1	6.8	11.7	9.6	12.4	15.0	12.4	8.8	7.2	104.4
	Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Tormenta Eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coba (23012)	Lluvia	4.3	2.9	2.8	3.0	4.7	7.5	7.2	9.3	12.4	9.4	6.1	3.5	73.1
	Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Tormenta Eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4

Respecto al Atlas Nacional de Riesgos de la CENAPRED (2019) el SA presenta por su ubicación en el municipio de Solidaridad una alta vulnerabilidad de inundación y un peligro muy alto por inundaciones. Esto se debe a la cercanía del mar con sus mareas donde los vientos pueden presionar el agua en dirección a la tierra y a los eventos pluviales extremos durante la temporada de huracanes (**Figura 4.5**).

En el SA y el sitio de proyecto existen, por su ubicación cerca del Mar Caribe, amenazas por huracanes o tormentas tropicales acompañados con intensas lluvias. De 1851 hasta el 2018 se han registrado en un radio de 200 km alrededor del sitio del proyecto 46 huracanes, 52 tormentas tropicales y 36 depresiones tropicales, esto da un total de 134 ciclones tropicales (SMN, 2019b). Se observa que casi cada año ocurre un huracán o una tormenta tropical dentro de este radio que afecta el municipio de Solidaridad y el sitio del proyecto. No obstante, durante el paso de un huracán ocurren eventos pluviales muy extremos donde pueden precipitar hasta 200 mm durante el paso.

También CENAPRED (2019) describe el grado de peligro y del riesgo por presencia de ciclones tropicales en el municipio de Solidaridad a muy alta.

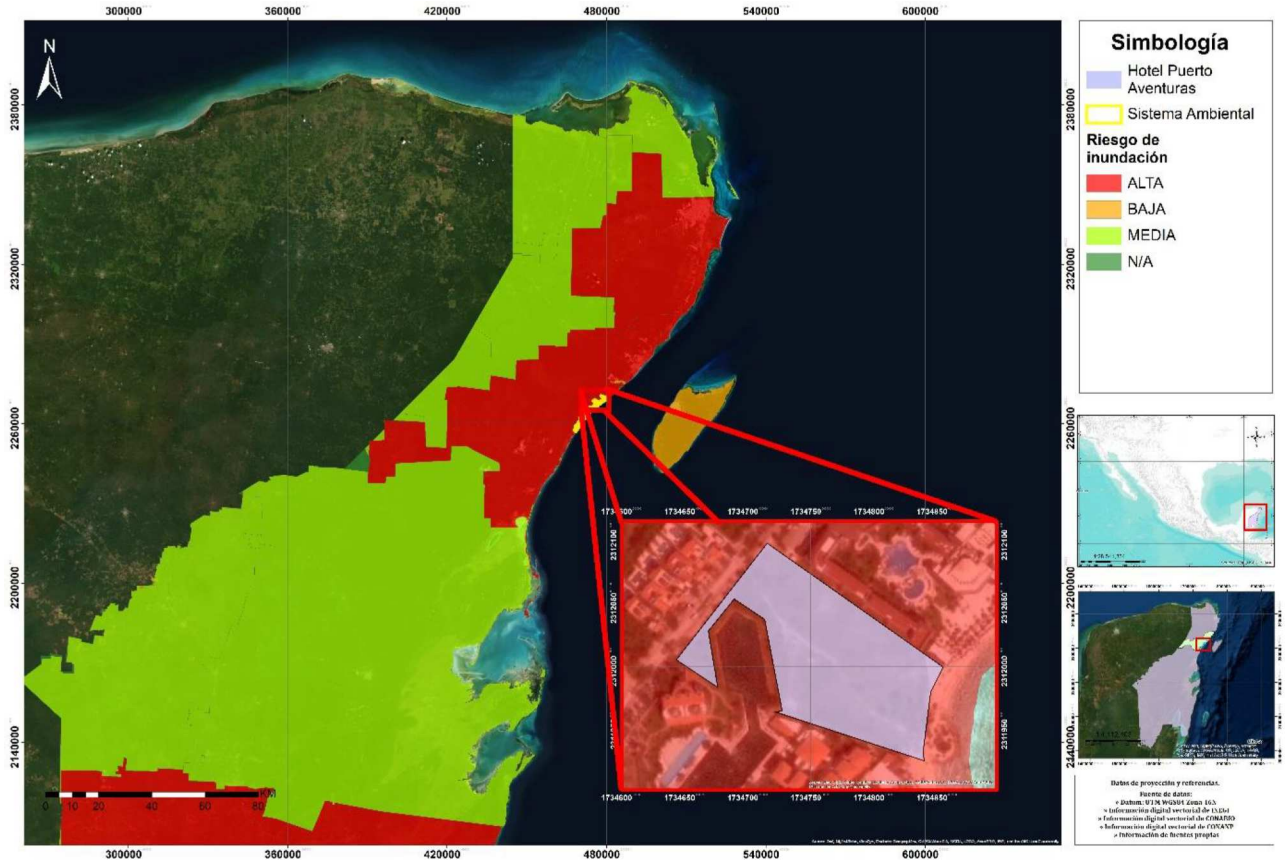


Figura IV.5 Riesgo de inundaciones en el entorno del SA

Sequías

La sequía es definida como una precipitación menor a la media mensual, estacional, o anual a nivel municipal, estatal o nacional (Cervantes-Sánchez, 2007). Al igual que gran parte del país, Quintana Roo presenta el fenómeno de la sequía de medio verano, también denominado sequía intraestival o canícula. Se debe a perturbaciones en la circulación de los alisios.

De acuerdo con los registros de 2010 a 2019 del monitor de sequía de América del Norte (*North American Drought Monitor* NADM, 2019), el SA presenta condiciones de sequía con mayor frecuencia de mayo a agosto (**Figura 4.7**). En los años de 2010, 2011 y 2016 se presentaron más meses con sequía, mientras que los años de 2012, 2013 y 2015 se presentaron uno o ningún mes de sequía. En estos 10 años, la peor sequía dentro del SA se presentó en 2011, durante los meses de mayo, junio y julio se presentó sequía severa. Generalmente se presentan con mayor frecuencia sequías tipo D1: anormalmente secas, menos frecuente es la D2: sequías moderadas y con muy baja frecuencia D3: sequías severas.

Tabla IV.7Sequías registradas en el SA durante el periodo de 2010 a 2019 por el monitor de sequía de América del Norte

Año	Sequía												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2019													
2018													
2017													
2016													
2015													
2014													
2013													
2012													
2011													
2010													

Intensidad de la Sequía:

- D0 Anormalmente Seco
- D1 Sequía - Moderada
- D2 Sequía - Severa
- D3 Sequía - Extrema
- D4 Sequía - Excepcional

Vientos predominantes

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

meses de invierno, particularmente de noviembre a marzo. Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo

Calidad del aire

La contaminación atmosférica depende en mayor parte de las actividades humanas las cuales son intensificadas o disminuidas por las condiciones climáticas. Algunos contaminantes causan efectos adversos sobre la salud ocasionando, por ejemplo, enfermedades respiratorias y problemas cardiovasculares (SEMARNAT, 2013). En el **Tabla 4.8** se presentan las emisiones atmosféricas para las partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) y menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$), Óxido de azufre (SO_2), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NO_X), compuestos orgánicos volátiles (COV) y para el amoniaco (NH_3) para el municipio de Solidaridad, en comparación también se presentan las cantidades de emisiones a nivel estatal. Aunque no hay mucha o ninguna industria en la zona, pero las actividades laborales levantan las partículas que se transportan y asientan dependiendo de la dirección y velocidad del viento.

En el **Tabla 4.9** se presentan los inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos por el municipio de Solidaridad y estado de Quintana Roo y por fuente para el municipio de Solidaridad (SEMARNAT, 2019). Los datos provienen del año 2016.

Tabla IV.8 Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por municipio y estado (2016).

Estado	Municipio	Contaminante						
		PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Quintana Roo	Solidaridad	378.83	211.62	106.23	17,314.60	3,327.92	19,363.80	264.58
		7,682.3	**5,093.62**	**1,056.34**	**144,580**	**28,657.9**	**157,691**	**3,532.08**

Nota: Todos los valores en toneladas

Tabla IV.9 Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuente (2016) en el municipio de Solidaridad

Tipo de Fuente	Contaminante						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	NH_3
Fuentes móviles	153.32	140.21	97.08	17042.85	2972.98	1537.01	34.74
Fuentes fijas	21.43	17.92	8.48	27.63	128.24	8.49	0.00
Fuente natural	0.00	0.00	0.00	0.00	146.27	15359.69	0.00
Fuente de área	204.08	53.49	0.66	244.12	80.43	2458.61	229.84
Total	**378.83**	**211.62**	**106.23**	**17314.60**	**3327.92**	**19363.80**	**264.58**

Nota: Todos los valores en toneladas

IV.3.1.1.2 Geomorfología y fisiografía

El área correspondiente al SA se encuentra ubicada en la zona oriental de la provincia fisiográfica "Península de Yucatán" (Raíz, 1959). Esta provincia esta subdivido en las subprovincias "Costa Baja de Quintana Roo", "Carso y Lomeríos de Campeche" y "Carso Yucateco" siendo esta última donde se localiza el SA y el Sitio de Proyecto (**Figura 4.6 y 4.7**).

La provincia fisiográfica "Península de Yucatán" ocupa los estados de Yucatán, Quintana Roo y partes de Campeche y conforma la plataforma calcárea de Yucatán, que se caracteriza por una superficie plana, principalmente en la porción norte de la Península y lomeríos prolongados. La altitud de la Península es en general inferior a los 100 metros sobre el nivel del mar solamente en los lomeríos alcanza altitudes más de 200 m (DOF, 2013). En el centro de la provincia fisiografía existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul (con elevaciones de 130 a 150 m sobre el nivel del mar) (González Medrano, 2004).

El relieve es muy suave, el suelo es altamente permeable y la existencia de fallas y fracturas favorecen la infiltración del agua al subsuelo donde con la interacción con las rocas calcárea producen los fenómenos del carst, las cuales rasgos forman lo característico de la región (DOF, 2013).

Las formas kársticas que se formaron por la disolución de las rocas calcáreo incluyen oquedades e incluso cuevas o cavernas, o con un hundimiento parcial se forman dolinas o un derrumbe total, se forman cenotes. Otros rasgos topográfico característico de la provincia son las "aguadas", lagunas de aguas someras de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos y se rellenan con material de arcillas poco permeables provenientes de las paredes de la propia dolina. El material de relleno lo eleva el fondo y termina por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas. Cuando las dolinas quedan por encima de la circulación de agua subterránea y se llenan de suelo rojizo son denominados "joyas" (hoyas). Además, se formaron lagunas y llanuras de inundación. En la línea de costa se presentan playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

Generalmente la Península de Yucatán es una plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas, que fisiográficamente se dividió en una plataforma sumergida y una plataforma emergida. La primera está limitada por escarpes, y se caracteriza por ser una somera y amplia plataforma submarina que forma el banco de Yucatán-Campeche. Su característica principal es la presencia de arrecifes de coral, alojados en la periferia y la presencia de terrazas sumergidas relacionadas con antiguas líneas de costa. La plataforma emergida está limitada por las costas y está constituida de calizas horizontalmente estratificadas.

En la provincia no existe drenaje superficial, toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie del terreno se infiltra a través de las dolinas y de otras aberturas que se encuentran en el terreno rocoso. El suelo se encuentra en pequeños y delgados manchones y como relleno en las fisuras de las rocas; sin embargo, soporta una vegetación tropical muy densa compuesta de árboles altos, maleza y plantas trepadoras (DOF, 2013).

En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo. En el estado de Quintana Roo, existen dos extensas lagunas, la de Bacalar, cerca de los límites con Belice y la de Chichancanab en Yucatán (González Medrano, 2004).

La subprovincia fisiográfica de "Carso Yucateco" donde en su centro-este se localiza el SA y el sitio de proyecto está caracterizado por una planicie calcárea con muy ligeras ondulaciones y un ligero

declive que desciende desde los metros sobre el nivel del mar hasta la costa. Al centro-norte se registraron fallas tectónicas orientadas en dirección NE, las cuales conforman depresiones longitudinales donde se desplazan lagunas permanentes como las de Cobá y Chichancanab.

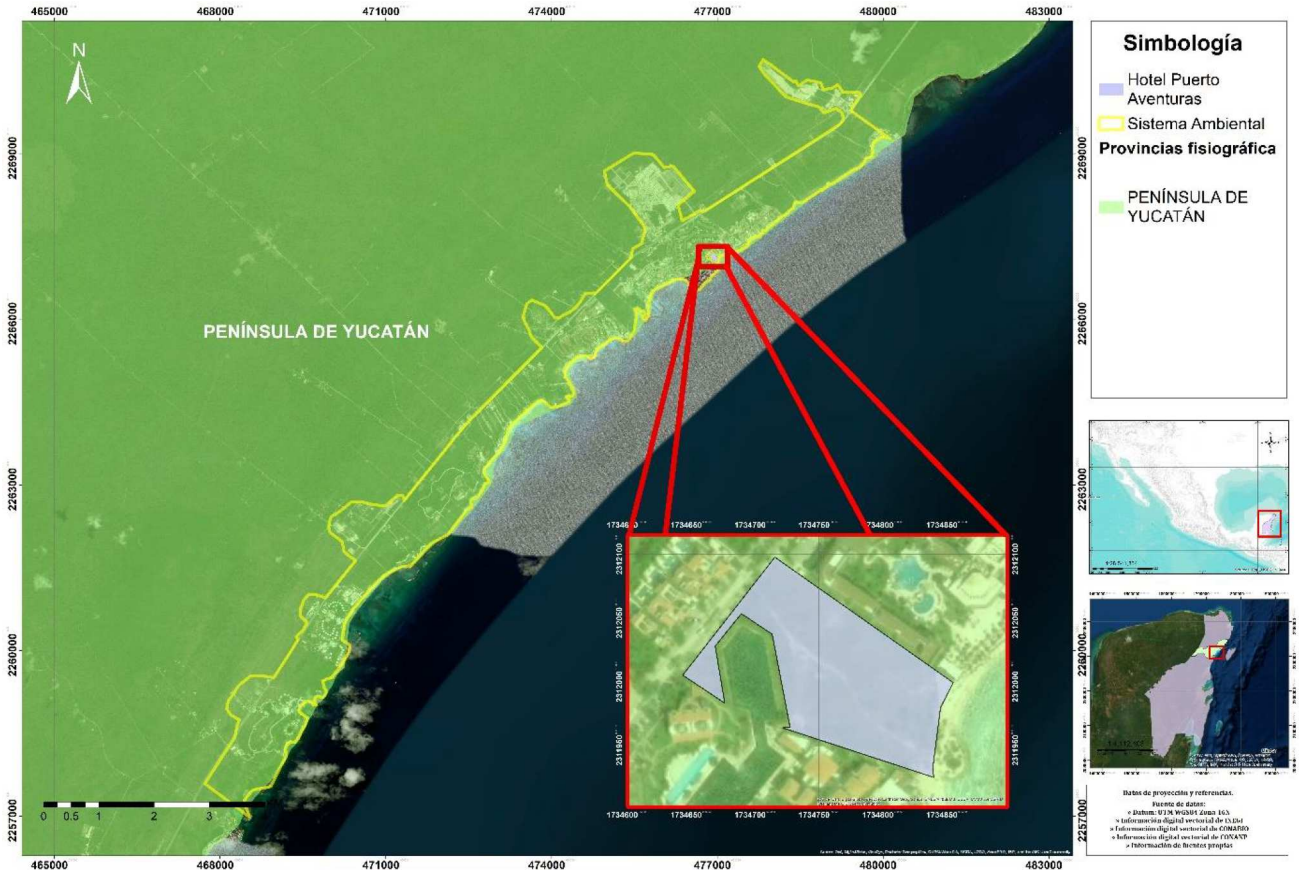


Figura IV.6 Provincia fisiográfica donde se localiza el SA.

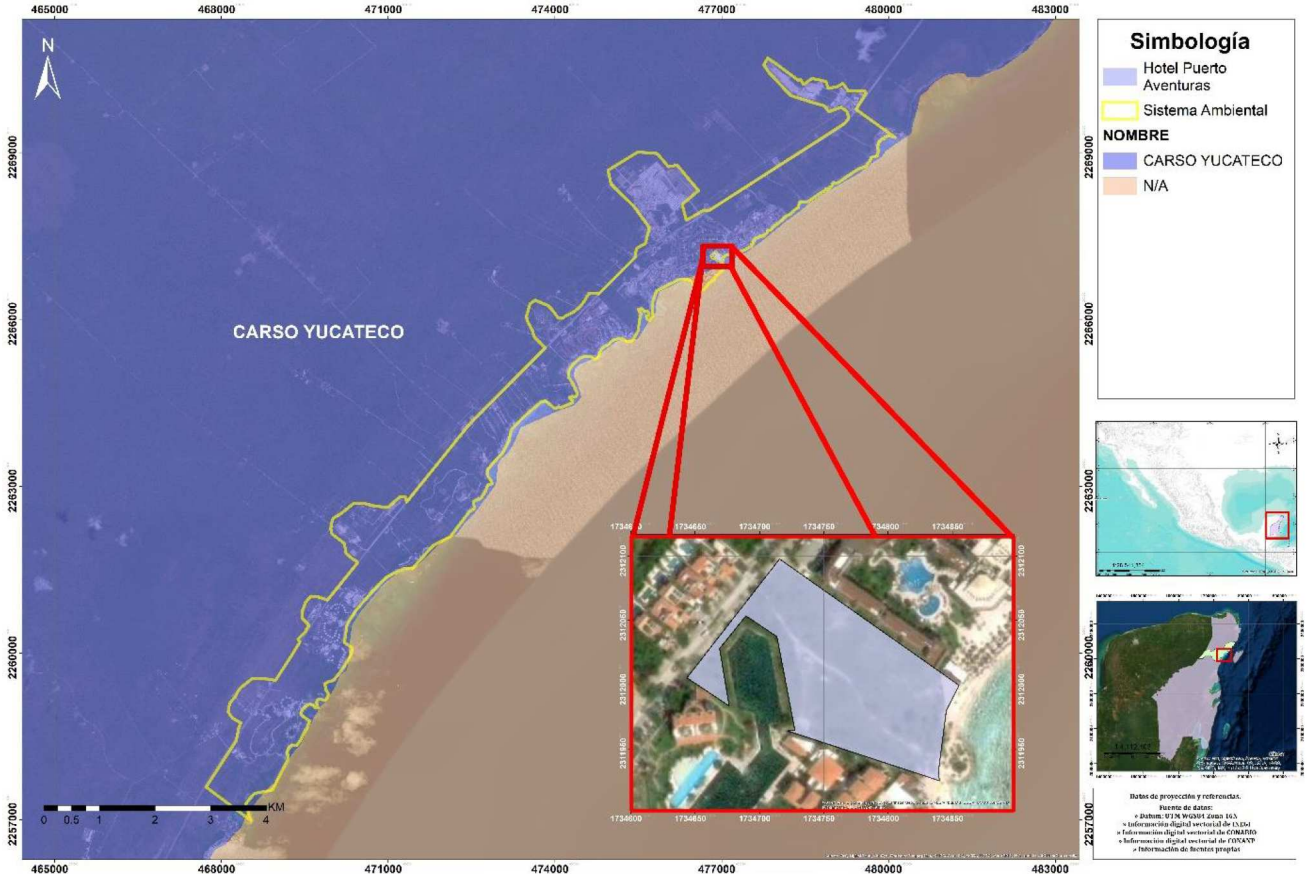


Figura IV.7 La subprovincia fisiográfica donde se localiza el SA.

Las provincias y subprovincias fisiográficas con sus características edafológicas y geológicas, determinan las topoformas del SA donde se identificaron dos sistemas de topoformas. En el SA está presente la Llanura (más especificado como *Llanura rocosa de piso rocoso o cementado*) en el sitio del proyecto y casi toda la superficie del SA y la Playa o Barra (*Playa o barra de piso rocoso o cementado*) en una pequeña parte del Sur del SA. Las alturas que se observan en el SA y en el sitio de proyecto son de próximamente 10 m.s.n.m. o menos en dirección de la costa (**Figura IV.8**). El pendiente promedio registrado en el SA se presenta con menos de 5% (**Fotografía 4.1**). En el **Anexo 4.2** se presenta la metodología para la elaboración del presente apartado.

Fotografía 4. 1. La planicie del sitio del proyecto casi a la altura del mar.

Figura IV.8 La topografía en el Sistema Ambiental.

IV.3.1.1.3 Geología

Estratigráficamente se encuentra el SA y el sitio de proyecto dentro de la provincia geológica denominada Plataforma de Yucatán, una plataforma parcialmente emergida constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas de edad Mesozoico Tardío y Cenozoico (González Hita, 2000).

Las rocas más antiguas en la plataforma son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas del Paleoceno-Eoceno, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y evaporitas constituidas por yeso, anhidrita -sulfatos de calcio- y halita -cloruro de sodio, que afloran en la porción sur del Estado de Yucatán y tienen espesor de varios cientos de metros. Las rocas más jóvenes afloran en áreas dispersas y corresponden a coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcilloso en la franja costera, material residual arcilloso y calichoso, producto de alteración, de espesor reducido (DOF, 2013) (**Fotografía 4.2**).

Fotografía 4. 2. Vista a la playa del sitio de proyecto con los depósitos recientes de material areno – arcilloso.

La unidad más antigua en el SA corresponde a la Formación Carrillo Puerto que está constituida por una secuencia de caliza carstificadas y boundstone (coquina) de edad Mioceno-Plioceno (**Fotografia 4.3**). Sobreyaciendo a la unidad anterior se depositaron sedimentos cuaternarios de areniscas poco consolidados, constituida por fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, otras y calcita de pleistoceno. Esta unidad se desarrolló principalmente a lo largo de la costa y se encuentra en el norte del SA (Figura IV.9). Otros depósitos del cuaternario que existen en la península de Yucatán y son descritos como depósitos lacustres, palustres y litorales no se observaron en el SA (SGM, 2006).

La estratigrafía de la península de Yucatán es resultado de varios eventos de transgresiones marinas que ocurrieron desde la separación de las plataformas de Yucatán y Florida en el Cretácico. Con las diferentes condiciones durante las transgresiones se definió el depósito según si las aguas

se encontraron más o menos profundas; se encontraron evidencias de un arrecife restringida con wackestone-grainstone, sistemas de bancos oolíticos, sistemas de parches arrecifales y depósitos de plataformas abiertos constituida por wackestone. Así se registraron eventos importantes durante el Cretácico medio y superior, varios eventos en el terciario hasta las últimas transgresiones con los depósitos recientes y caracterizados por zonas de pantanos y bioclastos derivados de las unidades más antiguas (SGM, 2006).

Fotografía 4. 3. Material carbonatico - sedimentario con fragmentos de conchas de varios tipos de moluscos en el sitio de proyecto.

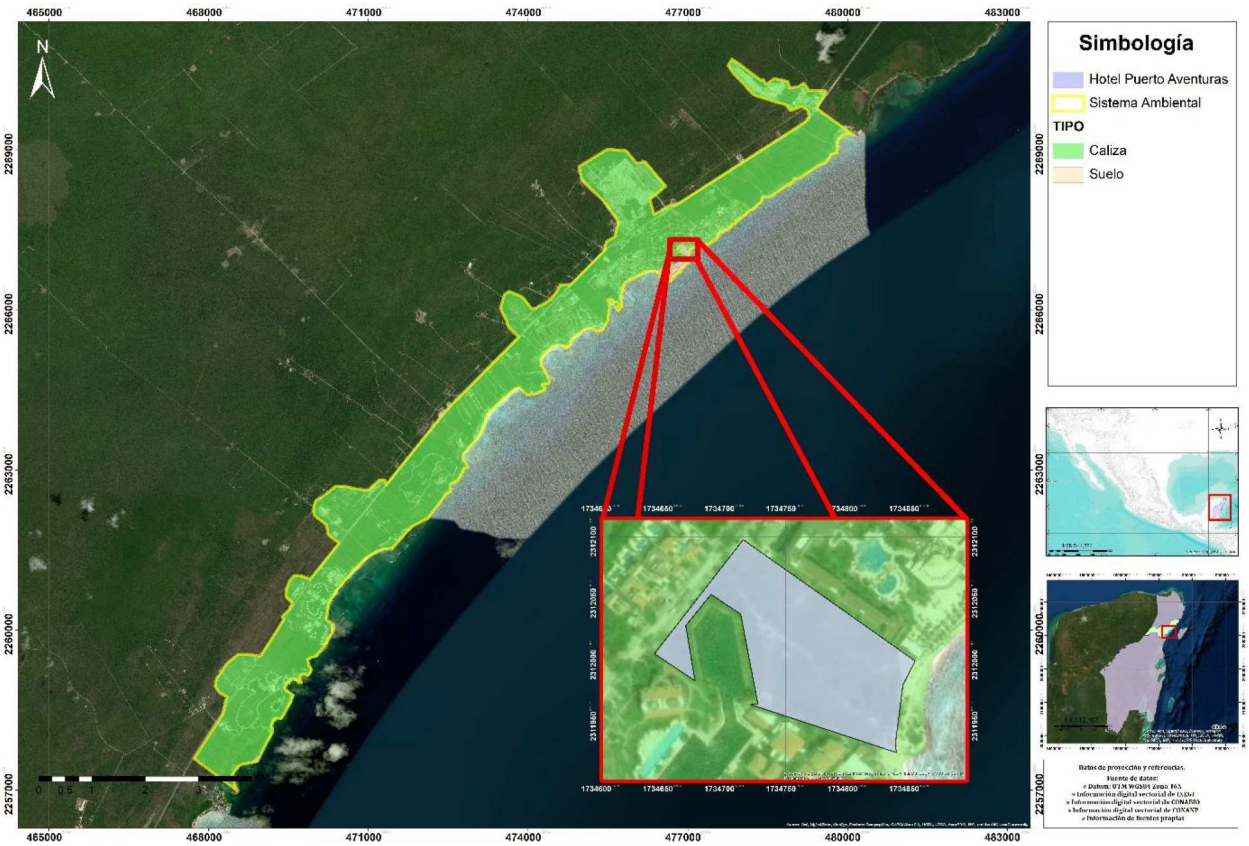


Figura IV.9 Geología en el Sistema Ambiental

Yacimientos minerales

Cerca de la ciudad de Playa de Carmen, Tulum y Puerto Morelos existen varias plantas procesadoras de minerales industriales productores de agregados pétreos grava y arena. Además, se localizaron bancos de materiales donde se extraen material para relleno de caminos, carreteras y para la construcción (SGM, 2006).

Presencia de fallas y fracturas

Las unidades que conforman la provincia geológica de la plataforma de Yucatán se encuentran sin deformación significativa, pero es posible observar ligeras ondulaciones y hasta pliegues especialmente en el sur de la plataforma. Con la percepción remota y ortofotos se detectaron algunos lineamientos de orientación NE-SW que fueron interpretadas como fallas normales derivadas de una tectónicas distensiva. Estas fallas conforman la depresión Ignacio Zaragoza-Chumpón de la cual delimitación oriental de lineamientos Tulum, Pozo, Constituyentes, Juarez y Agua Azul se encuentran a 20 km al oeste del SA. Esta depresión se prolonga en una longitud de 122 km y con un acho de 25 km en el norte y más ancho con 42 km hacia suroeste, afecta las rocas de la Formación Carrillo Puerto (SGM, 2006).

Otros ejes estructurales principales en la plataforma de Yucatán presentan una orientación WNW – ESE y NNE – SSW, que se asocian con la Sierrita de Ticul, en el Estado de Yucatán y el Sistema Bacalar-Río Hondo, en el Estado de Quintana Roo, respectivamente (DOF, 2013).

Los estratos en la porción sur de la plataforma son interrumpidos por una serie de fallas normales escalonados de varios kilómetros de longitud y con desniveles de 10 a 100 m formando fosas y pilares. Algunas de las fosas se convirtieron gradualmente en pantanos, lagos y lagunas (ej. Laguna de Bacalar) (DOF, 2013).

Susceptibilidad del Sistema Ambiental a sismos, deslizamiento y derrumbes

La actividad sísmica en la República Mexicana es el resultado de la interacción de las placas de Cocos, Norteamérica, Rivera y del Caribe. El SA presenta escasas probabilidades de riesgo por sismo, ya que se ubica dentro de la Zona A (**Figura IV.10**) (CFE, 2015), donde el riesgo de daños es bajo. En el periodo de 1900 a 2019 se reportaron 2 sismos de baja magnitud según la escala de Richter, a un radio de 200 km alrededor del punto geográfico de referencia 20.5°, -87.22° ubicado dentro del Sitio de Proyecto (**Tabla IV.10**) (SSN, 2019). En el SA y en el sitio de Proyecto no se observaron derrumbes o deslizamiento en el campo.

Tabla IV.10 Localización y Magnitud de los sismos registrados en los últimos años en el entorno del Sistema Ambiental.

Latitud	Longitud	Fecha	Prof.(km)	Magnitud	Zona
19.04	-88.08	6/10/2002	12	4.6	60 km al sur de Carrillo Puerto, QR
20.318	-87.5048	1/11/2015	5	4.2	56 km al suroeste de Playa del Carmen, QR

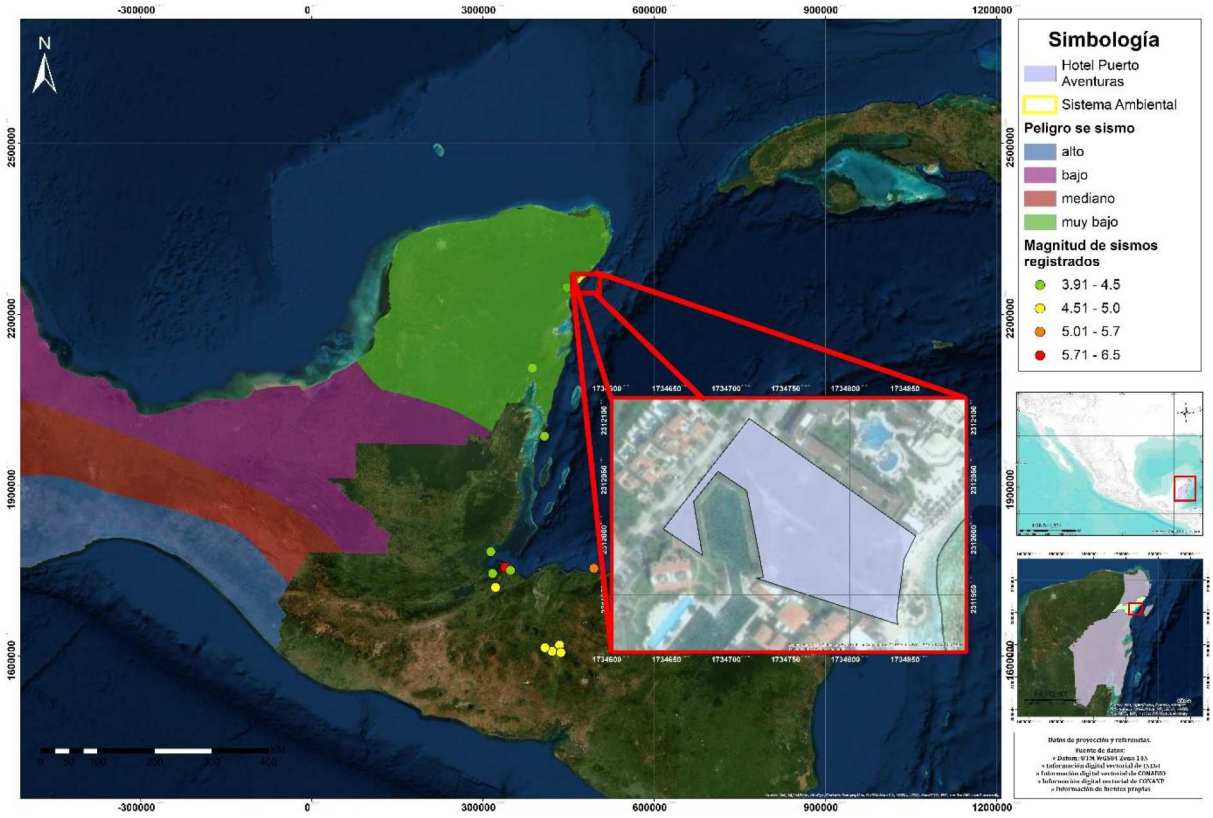


Figura IV.10 Zonificación de peligro de sismo dentro del territorio Mexicano y la ubicación del SA

IV.3.1.1.4 Edafología

La composición química y la estructura física del suelo están determinadas por el tipo de material geológico, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por el relieve del área y por los procesos resultantes de las actividades humanas. Dentro del SA se encuentran dos tipos de suelo: Leptosol y Arenosol. El leptosol se desarrolló en la mayor parte del SA y cubre completamente el sitio de proyecto, el arenosol cubre en el norte del SA una franja de la costa. Principalmente existe una escasez de suelo, por las características de calizas de carstificación dejan poco residuo para que se desarrolla un suelo (**Figura IV.10**).

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales características de estos tipos de suelo encontrados en el SA. Estos datos corresponden a estudios realizados por el INEGI y por la Food and Agriculture Organization (FAO) (IUSS, 2007).

Leptosol (LP). Se trata de un tipo de suelo con limitación severa para enraizamiento, compuesto de varios tipos de rocas o material no consolidado con menos de 10 % de material fino, muy somero, sobre roca dura o material calcáreo, hasta una profundidad de 25 cm, donde inicia la roca dura. Se encuentran principalmente en tierras de mediana altitud o una topografía altamente disectada, particularmente en áreas fuertemente erosionadas. Por la poca profundidad de suelo, ellos son poco atractivos para cultivos de arado y tienen un potencial limitado para producción de cultivos de árboles o extensos pastizales. Su mejor apariencia es bajo bosques. Hidrológicamente son suelos con buen drenaje superficial, la retención de agua es por el mínimo contenido de material fino. La erosión es considerable cuando se trata de un área sobreexplotada ambientalmente, con deterioro de bosques o vegetación, o por afectaciones por actividades humanas.

Este tipo de suelo es el que presenta mayor extensión en el SA con un contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio de 1% o más hasta una profundidad de 50 cm y un horizonte mólico que está inmediatamente por encima de material calcárico con más de 40 % de carbonato de calcio.

Arenosol (AR). Son suelos arenosos incluyendo suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización in situ de sedimentos o rocas ricos en cuarzo, y suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas. Existen en varias zonas climáticas desde árido cálido hasta húmedo frio y se presenta en diferentes geoformas entre ellos dunas y cordones de playa. La vegetación varía desde vegetación de desierto hasta bosques ligeros. En los trópicos perhúmedos se desarrollan horizontes eluviales álbicos gruesos. Son difíciles de manejarlo en los trópicos húmedos, se recomienda dejarlos bajo su vegetación natural. Como todos los elementos nutrientes se concentran en la biomasa y en la materia orgánica del suelo, el desmonte de la tierra inevitablemente producirá tierras estériles infértiles sin valor ecológico ni económico (**Fotografía 4.4**).

En el SA el suelo se encuentra en la zona litoral de la costa con material calcárico en una profundidad entre 20 cm y una capa cementada o endurecida y un contenido de por menos 15 % o más Na más Mg intercambiables en el complejo de intercambio dentro de 50 cm de la superficie del suelo en todo el espesor.

Fotografía 4. 4. La urbanización por los complejos hotelero en la zona alrededor del sitio de proyecto.

En la figura que se presenta a continuación, se muestran los tipos de suelo presentes en el SA.

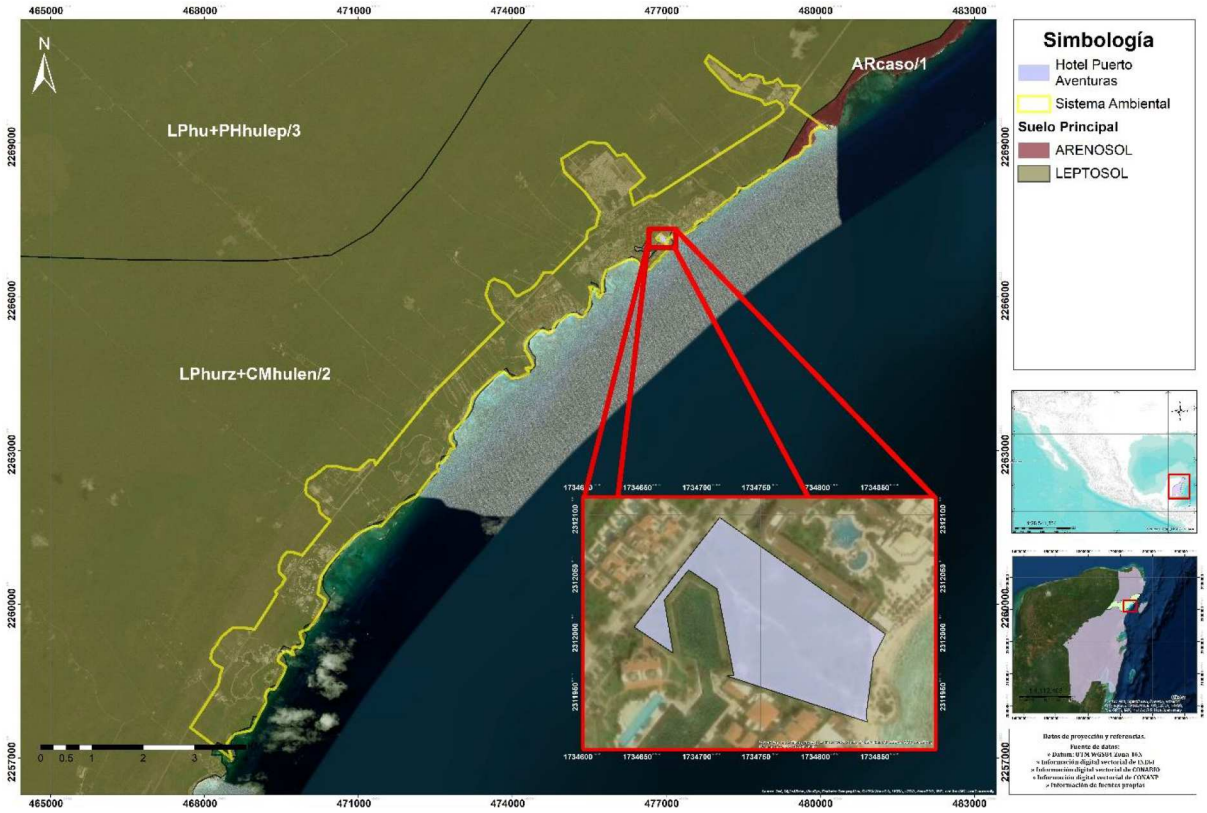


Figura IV.11 Unidades Edafológicas presentes en el Sistema Ambiental

Erosión en los tipos de suelo presentes en el Sitio del Proyecto y Área de Influencia

En el SA no se detectó ningún tipo de erosión, ni hídrica ni eólica. Solamente SEMARNAT y CP (2003) reporta para la zona costera donde se encuentra el sitio de proyecto una degradación física extrema del suelo por perdida de la función productiva por la urbanización en esta área. Hacia la parte oeste del SA se presenta, en menor medida degradación por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, esta se presenta en grado ligero y la causa es la deforestación y la remoción de la vegetación (**Figura IV.12**).

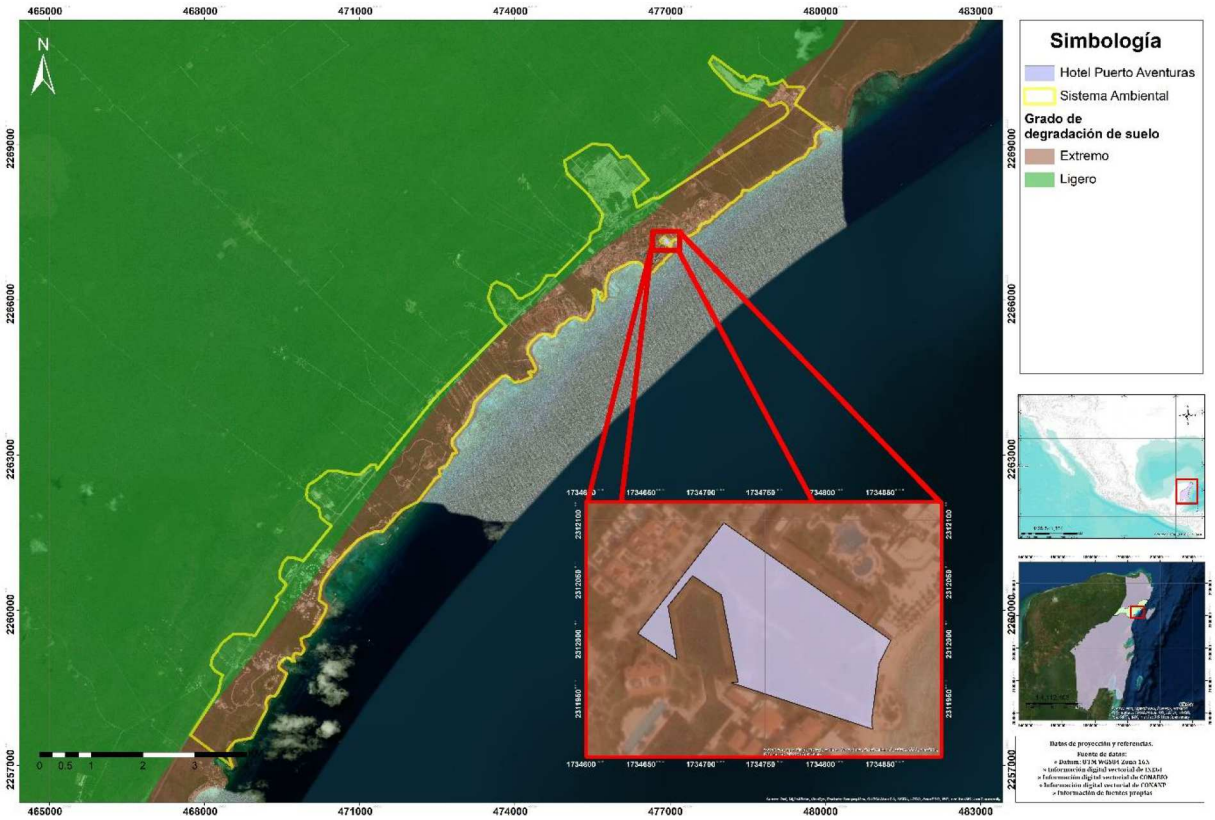


Figura IV.12 Degradación del suelo dentro del Sistema Ambiental

IV.3.1.1.5Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial

México está divido en 37 Regiones Hidrológicas (RH) en las cuales una región hidrológica está definida como un sistema integral y funcional, constituido por factores físicos, biológicos y socioeconómicos.

El SA se encuentra dentro de la Región Hidrológica No. 32 Yucatán Norte y dentro de la cuenca hidrológica Quintana Roo, donde se ubica en el Este de la cuenca en la zona litoral (**Figura 4.13**).

Las principales características hidrológicas de la subcuenca donde se localiza el SA, se presentan en el **Tabla IV.11.**

Tabla IV.11 Principales parámetros hidrológicos de la subcuenca hidrológica donde se ubica el SA (INEGI, 2019).

Propiedades	Subcuenca hidrológica
	Quintana Roo
Clave de subcuenca	RH32Aa
Tipo de Subcuenca	Exorreica
Lugar a donde drena (principal)	Mar
Área total (km2)	14,372.29
Densidad de Drenaje	0.0048
Coeficiente de Compacidad	2.1642
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	52.083
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	60
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	0.3
Longitud de Corriente Principal (m)	26,691
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.041
Sinuosidad de Corriente Principal	2.3498

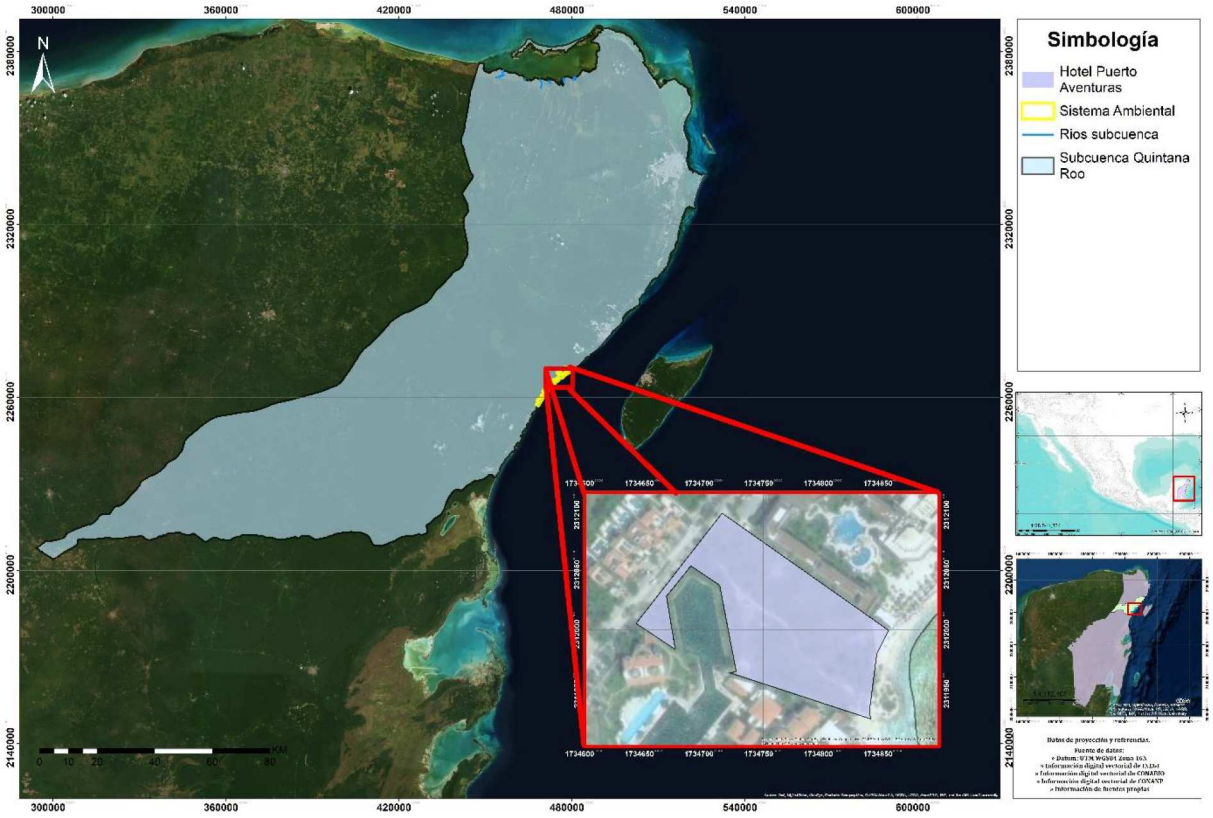


Figura IV.13 La subcuenca hidrológica donde se localiza el Sistema Ambiental

En la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte, no existen escurrimientos superficiales. La mayor cantidad de ríos de la Península de Yucatán pertenecen a la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta, donde se encuentran los ríos más caudalosos de la Península de Yucatán: Candelaria, Chumpán y Mamantel, en el Estado de Campeche. Dentro de la Región Hidrológica 33 Yucatán Este, se localiza el Río Hondo, que es el único cuerpo de agua superficial importante de esa región y sirve de frontera entre México y Belice (**Figura 4.14**).

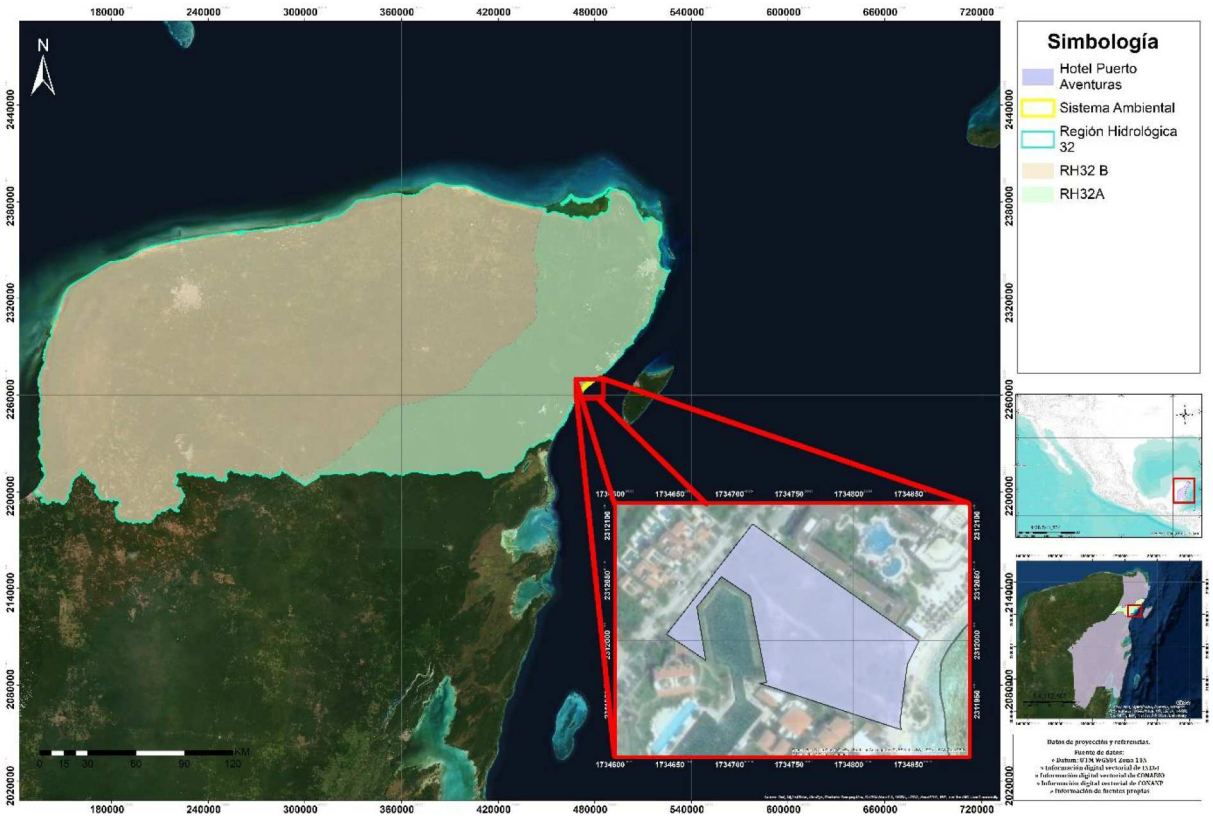


Figura IV.14 Región Hidrológica donde se encuentra el SA

El Estado de Quintana Roo, cuenta con 51 lagunas, de las cuales la más importante es la Laguna de Bacalar con 50 kilómetros de longitud, Chichancanab y el Sistema Lagunar Nichupté con 12 kilómetros.

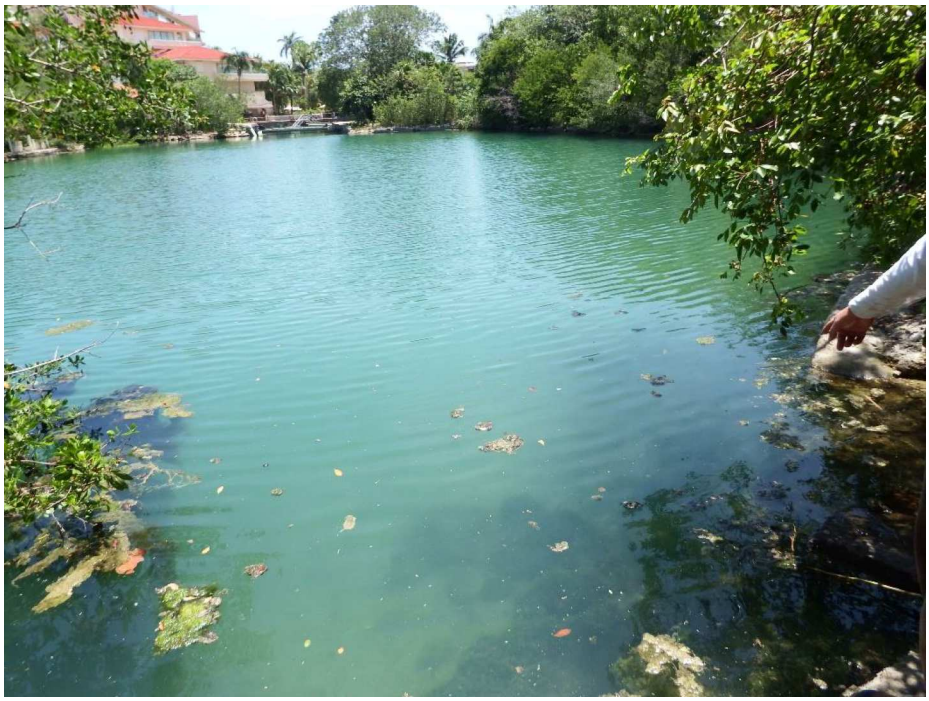
La subcuenca está caracterizada por la ausencia de ríos superficiales. Aunque con una elevada precipitación pluvial en la zona, pero la gran capacidad de infiltración del terreno por las condiciones geológicas y una reducida pendiente topográfica se favorece la recarga del agua subterránea en toda su superficie e impide un desarrollo de una red de flujo superficial.

La interacción agua/roca al momento de infiltrar provoca una disolución de las rocas carbonaticos causando el fenómeno de carst con sus apariciones de cuevas, cavernas, conductos de disolución amplio, cenotes o dolinas (DOF, 2013).

En la región del estado de Quintana Roo se evapora el 80% del agua pluvial y casi el 20% contribuye a la recarga de los acuíferos, los cuales descargan por flujo subterráneo hacia el mar (DOF, 2013).

En la superficie del SA y sitio de proyecto no se observan corrientes de agua, solamente cuerpos de agua que tienen contacto directo al mar (**Fotografía 4.5**).

A 3 km tierra adentro desde el sitio de proyecto, se localiza el cenote Chac Mool como el elemento hidrográfico más importante de la zona.



Fotografía 4. 5. Un cuerpo de agua en el sitio de proyecto con contacto directo al mar.

Análisis de la Calidad del Agua Superficial

La calidad de agua superficial depende en la subcuenca, de la calidad del agua pluvial y su interacción con el agua marina. Además, existe una afectación por emisiones urbanas y por las actividades turísticos, marinas y pesquera. CONAGUA (2013) ha reportado para diferentes sitios en la República Mexicana para el año 2013 la calidad de agua que refiere principalmente a demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST) y Coliformes Fecales (CF). En la subcuenca Quintana Roo se encuentran más de 120 sitios de monitoreo. Dos sitios se localizan dentro del SA a poca distancia al sitio de proyecto. Los resultados de los análisis se presentan en el **Tabla 4.12**. Los dos sitios monitoreados presentan una buena calidad de agua, donde uno de los parámetros relevantes que denotan contaminación como Coliformes fecales, no fue reportado para ambos sitios. El primer punto se localiza al noreste del sitio de proyecto en una laguna costera mientras el segundo en el suroeste del sitio a 400 en el mar abierto.

Tabla IV.12 Calidad de agua de los sitios de monitoreo en la subcuenca Quintana Roo.

Clave	Sitio	Longitud	Latitud	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	Semáforo
DLQUI2223	Puerto Aventuras 1	-87.2185	20.5038	0.0	0.0	30.0	verde
DLQUI2222	Puerto Aventuras 3	-87.2284	20.4952	0.0	0.0	48.55	verde

Geohidrología e hidrología subterránea

El SA se encuentra localizado en una zona costera, al Oriente del acuífero administrativo Península de Yucatán (3105). Este acuífero se localiza en la porción sureste del país y abarca una superficie de 124,409 km^2, comprendiendo totalmente al Estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de la porción sur centro de la Península, que corresponde a los acuíferos Cerros y Valles (2301) del Estado de Quintana Roo y Xpujil (0405), del Estado de Campeche (**Figura 4.14**).

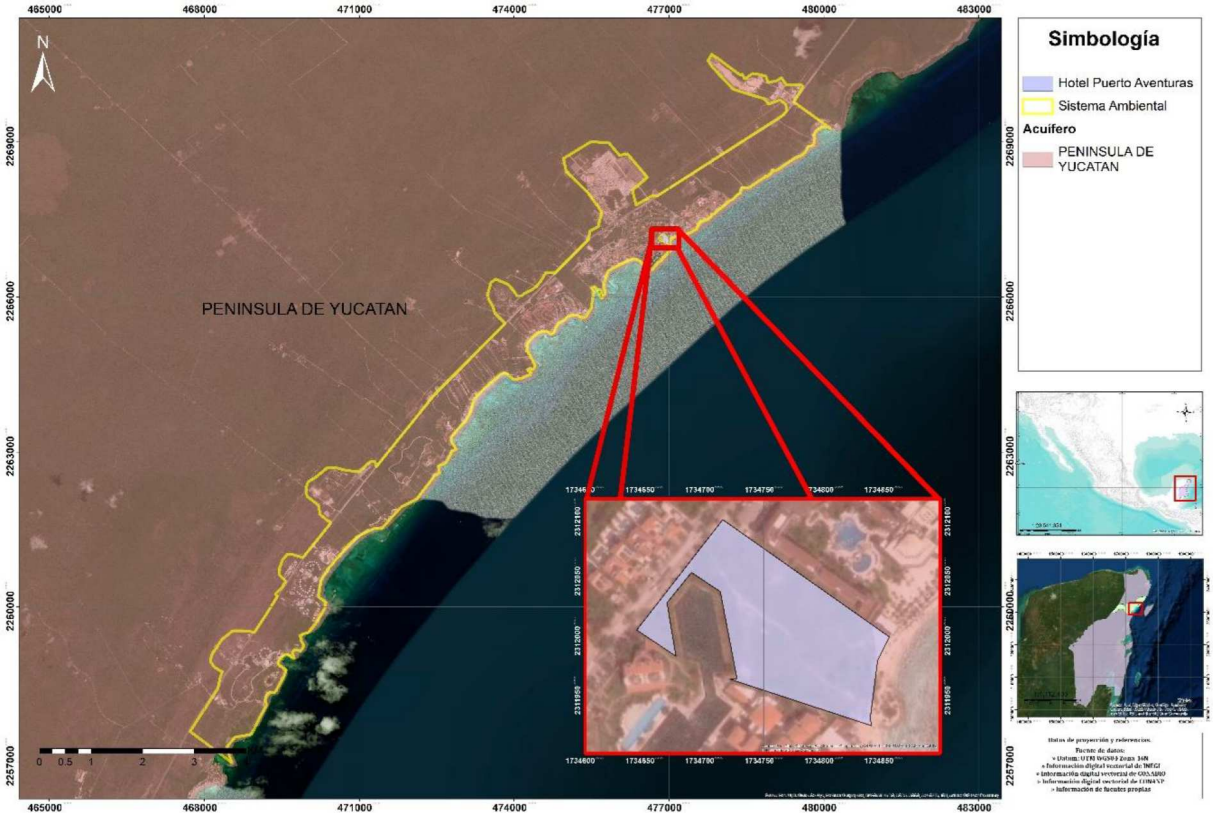


Figura IV.15 Hidrología subterránea donde se encuentra el Sistema Ambiental

Por la falta de una red hidrológica bien desarrollada en la península, el acuífero es la única fuente de abastecimiento de agua en la Península de Yucatán, para todos los usos.

El acuífero esta principalmente compuesto por calizas de características variadas y depósitos aluviales cuya permeabilidad es mayor en las porciones que contienen fracturamiento y carsticidad (disolución de roca sedimentaria, generalmente caliza provocando oquedades o cavernosidades), y menor en los estratos de caliza masiva (Sánchez *et. al*., 2016).

Las calizas con las mejores características acuíferas, son las del Eoceno y Mio-Plioceno, las cuales están relacionadas con el Miembro Pisté de la Formación Chichén Itzá y la Formación Carrillo Puerto, respectivamente (**Figura 4.16**)(DOF, 2013).

La transmisividad es de 1 m^2/s lo que permite un movimiento rápido del agua subterránea, pero con poca carga hidráulica, bajo gradiente hidráulico y un nivel freático estable.

Por las condiciones geológicas el acuífero es considerado como libre excepto en una franja estrecha paralela a lo largo de la costa donde se desarrolló caliche la cual es prácticamente impermeable e

impide el movimiento de agua subterránea hacia el mar. Solamente en algunas zonas donde existen cavernas es posible la descarga de agua subterránea al mar por medio de manantiales.

El agua subterránea aprovechable del acuífero se encuentra en una delgada capa de agua dulce con un espesor menos de 70 m tierra adentro de la península disminuyendo hacia la costa a unos cuantos metros, dependiendo de la altura del nivel freático con respecto al nivel del mar. Este cuerpo de agua está flotando sobre el agua salina resultado de una extensiva intrusión salina tierra adentro (a más de 100 km) El espesor máximo del acuífero es de 400 m en el centro de la península (Carballo Parra, 2016; Graniel Gastro & Gonzáles Hita, 2002).

La profundidad del nivel de agua subterránea está controlada por la topografía y aumenta gradualmente de la costa hacia tierra adentro, desde algunos centímetros en la costa, hasta más de 120 metros en el área alta de lomeríos (DOF, 2013).

Las características de rocas carbonaticos para disolverse en un ambiente con factores particulares de clima, vegetación y topografía ha convertido la península a un lugar casi libre de escorrentía superficial formando el terreno a un sistema de formas kársticas con cenotes, poljes y cuevas con profundidades de cientos de metros donde se capturar agua superficial. Los cenotes constituyen un rasgo característico de la planicie de Yucatán y son presenten en una variable densidad (circular de cenotes o cenotes aisladas).

La recarga del acuífero es homogénea y depende de la distribución de las precipitaciones pluviales en la península donde el agua infiltra por el suelo y recarga rápidamente sin mayores obstrucciones a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución (Carballo Parra, 2016). El flujo subterráneo sigue diferentes trayectorias controladas por el desarrollo o evolución del carst profundo y se puede describir como un flujo turbulento. La mayor carsticidad se presenta en el sur de la península donde se encuentran los sedimentos más antiguos del paleoceno-eoceno.

Las direcciones de flujo son principalmente hacia al mar desde el centro de la península. Pero por diferentes fallas en la península se diferenciaren 3 tipos de direcciones de flujo. Una es el anillo de cenotes por donde el agua se fluya hacia el norte y noroeste, la segunda está formada por la sierrita de Tikul con un flujo hacia este y oeste y al final el sistema de fracturas de Holbox – Xel-Ha con un flujo de agua hacia el este como es el caso para el SA y sitio de proyecto (Carballo Parra, 2016).

Parcialmente la descarga natural se efectúa a través de manantiales a lo largo de la costa oriental y en forma difusa en la costa norte y hacia la costa occidental. No existen cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua por la extracción por lo cual se deduce que el volumen de agua extraído es despreciable en comparación con la recarga y los efectos del bombeo se propagan rápidamente (Graniel Gastro & Gonzáles Hita, 2002). En la costa del caribe donde se encuentra el SA los sistemas de cavernas inundadas extienden de 8 a 12 km tierra dentro donde se vinculan las áreas de recarga hacia los ojos de agua que descargan en la zona costera por medio de manantiales subacuáticos. Las velocidades de agua subterránea a través de las redes de cuevas varia de 0.5 a 2.5 km/día (Carballo Parra, 2016).

En el corredor turístico Cancún-Tulum, la descarga natural subterránea es de aproximadamente 8.6 Mm^3/año por kilómetro de costa. Se estima que a lo largo de los 150 km del tramo Cancún-Tulum, el caudal que descarga el acuífero hacia el Mar Caribe es de aproximadamente 1,290 Mm^3/año, equivalente a 41 m^3/s (González Hita, 2000).

Al norte del sitio de proyecto y del SA en los alrededores del Sistema Lagunar de Nichupté se encuentra material arcilloso impermeable o semipermeable por lo que la existencia de estos sedimentos arcillosos convierte el acuífero a confinado que es evidenciado por la presencia de manantiales en la laguna (Graniel Gastro & Gonzáles Hita, 2002). La porosidad secundaria se varía en las rocas entre 20 y 60 %, con una conductividad hidráulica de 0.65 m/s.

En la temporada seca, el espesor de agua dulce es entre 12 y 14 m y la velocidad del flujo en la zona de agua dulce es de $2.1*10^{-4}$ m/s y en la zona de agua salada de $8.2*10^{-4}$ m/s lo que ocasiona que se presente un gradiente hidráulico de 10 - 15 cm/km. Se ha calculado que, en las fracturas presentes en los cenotes, la velocidad de flujo se incrementa variando de 0.01 a 0.12 m/s en zonas hasta de 10 km tierra adentro hacia la costa. Se tiene una transmisividad de 0.5 m^2/s, un gradiente hidráulico del orden de 0.0042 y el coeficiente de almacenamiento es de 0.06 (Graniel Gastro & Gonzáles Hita, 2002).

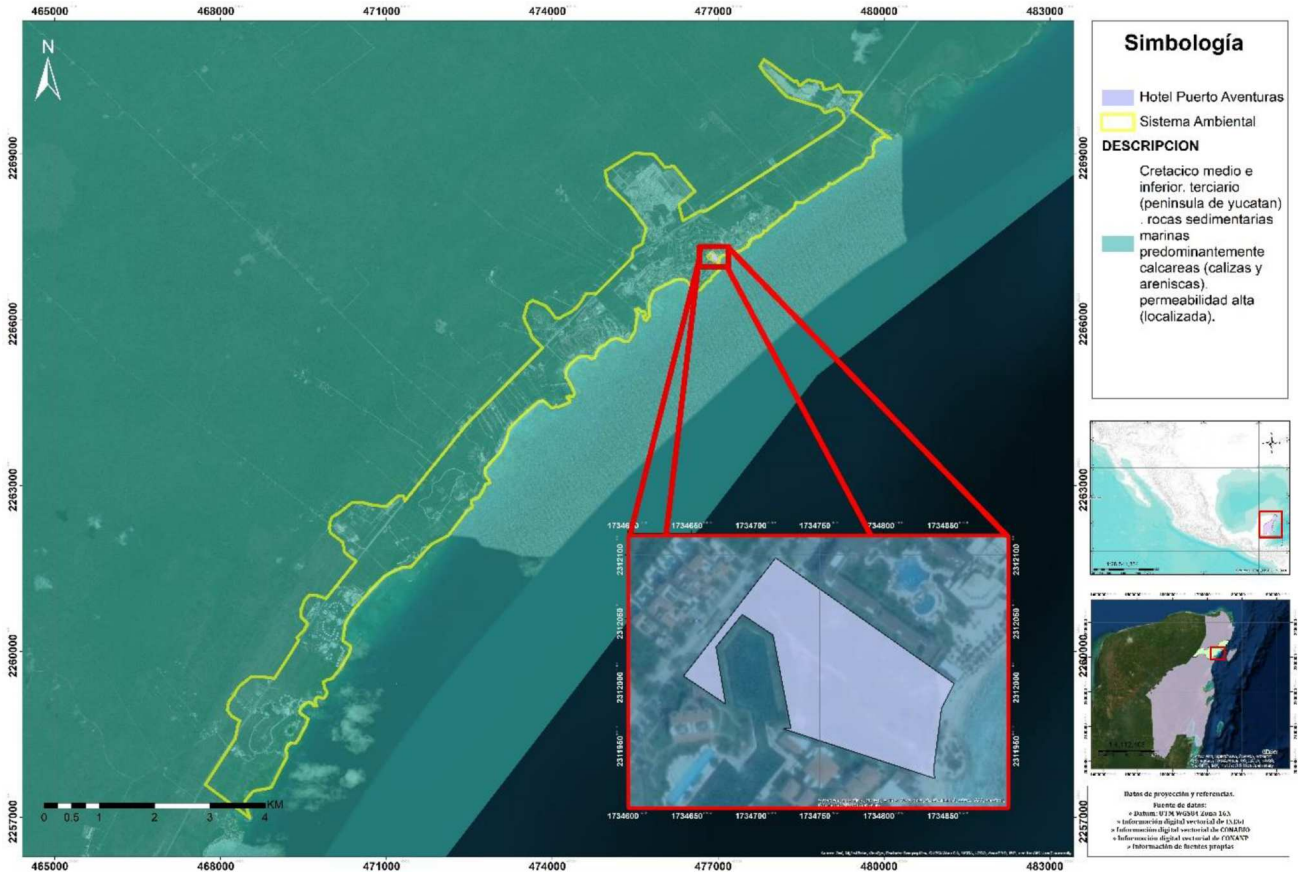


Figura IV.16 Hidrogeología del Sistema Ambiental

Censo de aprovechamientos

En el acuífero de la Península de Yucatán, se explota el agua por medio de miles de captaciones, las cuales se encuentran principalmente en las porciones norte, oriental y sur poniente. Existen aproximadamente 16,165 aprovechamientos, siendo las norias o pozos con los cuales se extraen caudales entre 1 y 5 L/s, principalmente para usos agrícola, doméstico y abrevadero.

El volumen de extracción total es de 1,313.3 Mm^3/año de las cuales 816.06 Mm^3/año (62.1%) se destinan al uso agrícola, 432.14 Mm^3/año (32.9%) para abastecimiento público urbano, 52.17 Mm^3/año (4%) para uso industrial y 12.98 Mm3 (1%) para uso doméstico y de abrevadero (DOF, 2013).

Calidad del agua subterránea

El principal problema en la calidad de agua subterránea para el acuífero, es la salinidad total que se incrementa a lo largo del flujo desde tierra adentro hacia la costa. El contenido de sales en el agua subterránea limita el aprovechamiento del acuífero, especialmente en la zona costera. Un bombeo inadecuado provoca un ascenso del agua salada subyacente y empeora la calidad sustancialmente y rebasa el límite máximo permisible para consumo humano. Se detectaron que el agua saldada, penetra más de 40 km tierra adentro y cualquier bombeo intensivo mueve la interfase agua dulce/agua salobre más arriba.

La influencia de las mareas y el movimiento de la superficie del agua subterránea, da lugar a la formación de una zona de mezcla que contiene agua con mayor salinidad, cuya amplitud aumenta hacia el litoral y que en la faja costera reduce en varios metros el espesor de agua de calidad aprovechable.

Se estableció una zona de captación de agua dulce que por lo menos que tendrá un espesor promedio de 30 m.

Las condiciones hidrogeológicas del acuífero propician una contaminación del agua subterránea. Las características de calizas de fácil disolución en condiciones ambientales adecuadas producen oquedades, cavernas y conductos de disolución con mayor permeabilidad, la ausencia de un filtro que está representado un medio poroso y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea, facilitan una entrada de contaminantes al subsuelo y su rápida propagación en el acuífero.

El acuífero Península de Yucatán es muy vulnerable y susceptible a la contaminación causando cambios químicos, físicos o biológicos en él y que consecuentemente las concentraciones de distintos parámetros rebasen los límites máximos permisibles para consumo humano establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre del 2000.

Se determina que la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es en general extremadamente alta, como es el caso determinado en las zonas específicas de los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres, Tulum, Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo y en la Zona Metropolitana de Mérida, en el Estado de Yucatán (DOF, 2013).

Un problema existe con la descarga de aguas negras en los terrenos que por las condiciones del subsuelo infiltran fácilmente y provocan una contaminación en el agua subterránea por agentes patógenos. Otras fuentes de contaminación son las granjas, ranchos, basureros, panteones, descargas de aguas residuales industriales, gasolineras, gaseras y viveros en los que se utilizan intensivamente fertilizantes y se vierten sin control al subsuelo los excedentes de riego (DOF, 2013).

Los riesgos para la población se presentan en las enfermedades gastrointestinales las cuales son las más altas a escala nacional, las enfermedades parasitarias son el principal problema de salud pública de origen hídrico, a causa de altos niveles de contaminación bacteriana (DOF, 2013). La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo reporta que 100% del agua de los municipios de Quintana Roo está clorada y además el municipio de Solidaridad donde se ubica el sitio de proyecto se encuentra 100% vigilado en su calidad de agua.

Por el contenido de los elementos mayores en la química de agua se definieron las familias de agua como sódico cloruradas y cálcica bicarbonatadas.

Disponibilidad de agua subterránea

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000 "Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales".

La NOM establece para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas la realización de un balance de las mismas donde se defina de manera precisa la recarga, de ésta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y el volumen concesionado vigente en el Registro Público de Derechos del Agua.

La recarga total media anual que recibe un acuífero, corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para el acuífero Península de Yucatán se estima una recarga total media anual de 21,813.4 Mm3/año.

La descarga natural comprometida se calcula sumando los volúmenes concesionados de agua de los manantiales, el caudal base de los ríos alimentados por el acuífero y las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes. Para el acuífero Península de Yucatán se reporta una descarga natural comprometida de 14,542.2 Mm3/año.

El volumen anual de extracción es la suma del volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas, del volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente, del volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA y del volumen de agua correspondiente a reservas. Para el acuífero Península de Yucatán se registra un volumen concesionado de aguas subterráneas de 4,040.82 Mm3/año, un volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente de 26.785526 Mm3/año y además un volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA de 360.88016 Mm3/año.

Con la recarga total media anual de 21,813.4 Mm3/año, un volumen de descarga natural comprometida de 14,542.2 Mm3/año y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 4,428.48 Mm3/año se calcula una disponibilidad media anual de agua subterránea de 2,842.72 Mm^3/año lo cual resulta en que se permite otorgar nuevas concesiones (DOF, 2018) **(Tabla IV.13)**.

Tabla IV.13 Disponibilidad del agua subterránea en el acuífero Península de Yucatán (DOF, 2018).

Acuífero	R	DNC	VEAS				DMA	
			VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	DEFICIT
Península de Yucatán	21,813.40	14542.2	4,040.82	26.785526	360.88016	0	2,842.72	0

R: recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; **VCAS**: volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; **VEALA:** volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; **VAPTYR**: volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; **VAPRH**: volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; **DMA**: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

El acuífero donde se localiza el SA está sujeta a las disposiciones del "DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del área que circunda los límites geopolíticos de los Municipios de Benito Juárez y Cozumel, Quintana Roo" y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo de 1981 y que comprende los actuales municipios de Benito Juárez, Cozumel y Solidaridad, del Estado de Quintana Roo, que corresponde a la porción noreste del acuífero Península de Yucatán.

En el **Anexo 4.3** se presenta la metodología para la elaboración del presente apartado.

IV.3.1.2 Medio biótico

IV.3.1.2.1 Vegetación

Caracterización de la vegetación

México es uno de los países con una gran riqueza florística, esto debido a su amplia variedad de condiciones tanto fisiográficas y climáticas, así como su distribución geográfica (Rzedowski, 2006). En el pasado geológico de México, se han llevado a cabo intensas migraciones de plantas de diversa procedencia, siendo hoy México, una zona de influencia mixta de los elementos florísticos tanto neotropical como holárticos; por ello México también es considerado como un centro importante de evolución de la flora, sobre todo durante el cenozoico (Rzedowski, 2006). La distribución de la vegetación no es el resultado exclusivo del clima presente, ya que ningún factor actúa de manera aislada, se deben considerar además la geología, el tipo de suelo, la topografía y la misma influencia que el ser humano ha tenido sobre el medio (Rzedowski, 2006).

Tipo de vegetación

De manera general, la vegetación en el SA y sus alrededores corresponde a la vegetación característica de la Provincia "Península de Yucatán", subprovincia Carso Yucateco, además en el sureste y noroeste se encuentra la subprovincia "Costa Baja de Quintana Roo", "Carso y Lomeríos de Campeche" respectivamente. La totalidad del SA se encuentra dentro de la subprovincia Carso Yucateco (INEGI, 1985). En el SA se desarrolla como predominante el tipo de vegetación conocido como Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperinifolia, este tipo de vegetación tiene varios sinónimos Rzedowzki, (1978) lo define como Bosque tropical subcaducifolio, mientras que Leopold (1950) lo define como Tropical decidous forest (en parte), Miranda y Hernández-X (1963) usan el nombre de Selva alta o mediana subcaducifolia, para Flores (et al, 1971) lo define con el nombre de Selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia (en parte) y finalmente en la guía oficial de interpretación de los tipos de vegetación de INEGI (1988) se menciona como Selva mediana subcaducifolia. Las selvas tropicales primarias de todo el mundo han estado sujetas a un intenso régimen de perturbación tanto por factores naturales (Martínez-Ramos, 1994) como por las actividades humanas, que se han convertido en el principal motor de cambio (Calderón-Aguilera et al., 2012). La acción antrópica ha modelado la vegetación a través de diferentes niveles de impacto, desde la eliminación completa de la vegetación natural con fines agrícolas, pecuarios y asentamientos humanos, todas estas actividades dan paso a la formación de extensas áreas de vegetación secundaria de varias formas, tamaños y en distintas etapas de sucesión, caracterizada por varias especies típicas asociadas con ambientes perturbados por la acción humana (Major, DiTommaso, Lehmann, & Falcão, 2005) (Figura IV.17).

La totalidad del SP presenta vegetación del tipo Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperinifolia, además en el AI y SA se tienen otros tipos de vegetación como lo son vegetación primaria de Selva Mediana Subperinifolia, Manglar, además de cuerpos de agua, sitios sin vegetación aparente y un uso de suelo catalogado como urbano construido. Según cálculos de Leopold el área total cubierta por vegetación primaria sumaría alrededor de 12.8% de la superficie de la República, pero este número debe de ser un poco menor; quizá 11% sería una aproximación más correcta. En la actualidad sólo la décima parte ostenta tal vez una vegetación primaria que por sus características florísticas se asemeja al clímax, pues el resto está ocupado por zonas agrícolas, pastizales artificiales y diferentes comunidades secundarias de selva. Las zonas en que mejor se preserva aun esta formación corresponde algunas porciones de la Península de Yucatán, la "selva lacandona" del noreste de Chiapas y a la "selva de ocote" en la región limítrofe de Chiapas, Oaxaca y Veracruz.

La Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperinifolia es una asociación vegetal que se desarrolla a partir de la alteración de la vegetación primaria (Kern, 1996), con cambios en la composición florística y la estructura horizontal y vertical que pueden variar en función del tiempo de abandono y la extensión de la perturbación (Miranda & Hernández-X, 1963), La vegetación primaria en la Península de Yucatán ha sido transformada y sustituida por diferentes usos de la tierra, fuego y huracanes (Allen, Allen, Violi, & Gómez-Pompa, 2003). Los pocos sitios donde existe vegetación madura muestra signos de perturbación humana (RicoGray & García-Franco, 1992) y casi en su totalidad, la Península es vegetación secundaria (Rico-Gray & Garcia-Franco, 1991), Varios autores han contribuido al conocimiento de la composición florística y estructura de la vegetación secundaria en la Península de Yucatán (Rico-Gray & García-Franco, 1992; Mizrahi, Ramos Prado, & Jiménez-Osornio, 1997; González-Iturbe, Olmsted, & Tun-Dzul, 2002; Dupuy et al., 2012; Navarro-Martínez, Durán-García, & Méndez-González, 2012; Carreón-Santos & Valdez-Hernández, 2014; Hernández-Ramírez & García-Méndez, 2015). En el **Anexo 4.4** se explica la metodología para la caracterización de la vegetación.

Perfil de vegetación

El diagrama de perfil de vegetación se obtiene a partir de la observación en campo de al menos dos elementos del ecosistema, la presencia-ausencia de individuos y su forma vital, pudiéndose utilizar símbolos para cada una de las especies, por ejemplo, las propuestas por Danserau (Franco *et al*., 1985). Para la presentación de estos perfiles se utilizó, además, la pendiente del terreno que es de ligeramente ondulado a casi nulo y el valor de Importancia de las especies. El significado de la simbología usada se detalla en la **Figura IV.18**.

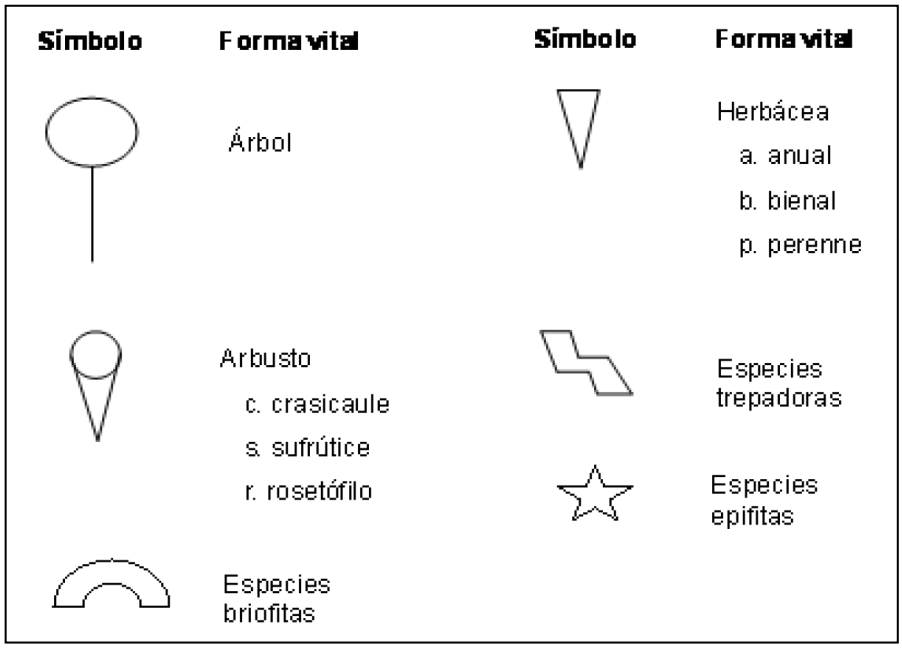


Figura IV.17 Simbología usada en el diagrama de perfil de vegetación

En el diagrama vertical se pueden observar las especies características de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperinifolia, entre ellos la más importante es el

"Almendro" (*Terminalia catappa*) por ser la más abundante, plantas de porte arbustivo y algunas plantas herbáceas (**Figura 4.73**). En cuanto a la distribución horizontal, se observa una constante presión de las especies, una sobre la otra (competencia interespecífica), de tal manera que la que sobrevive es la más fuerte y por lo tanto la más abundante (Smith y Smith, 2001).

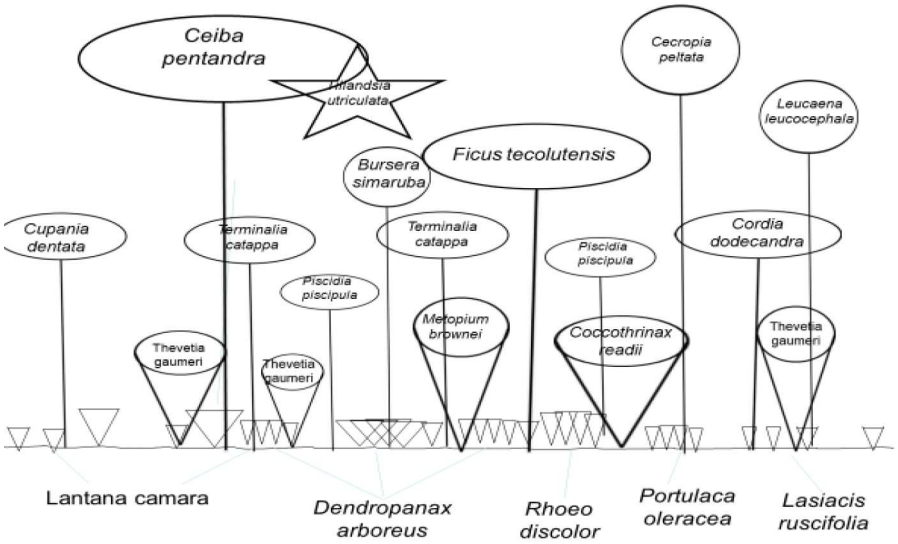


Figura IV.18 Diagrama vertical de la vegetación en el SP y Área de Influencia

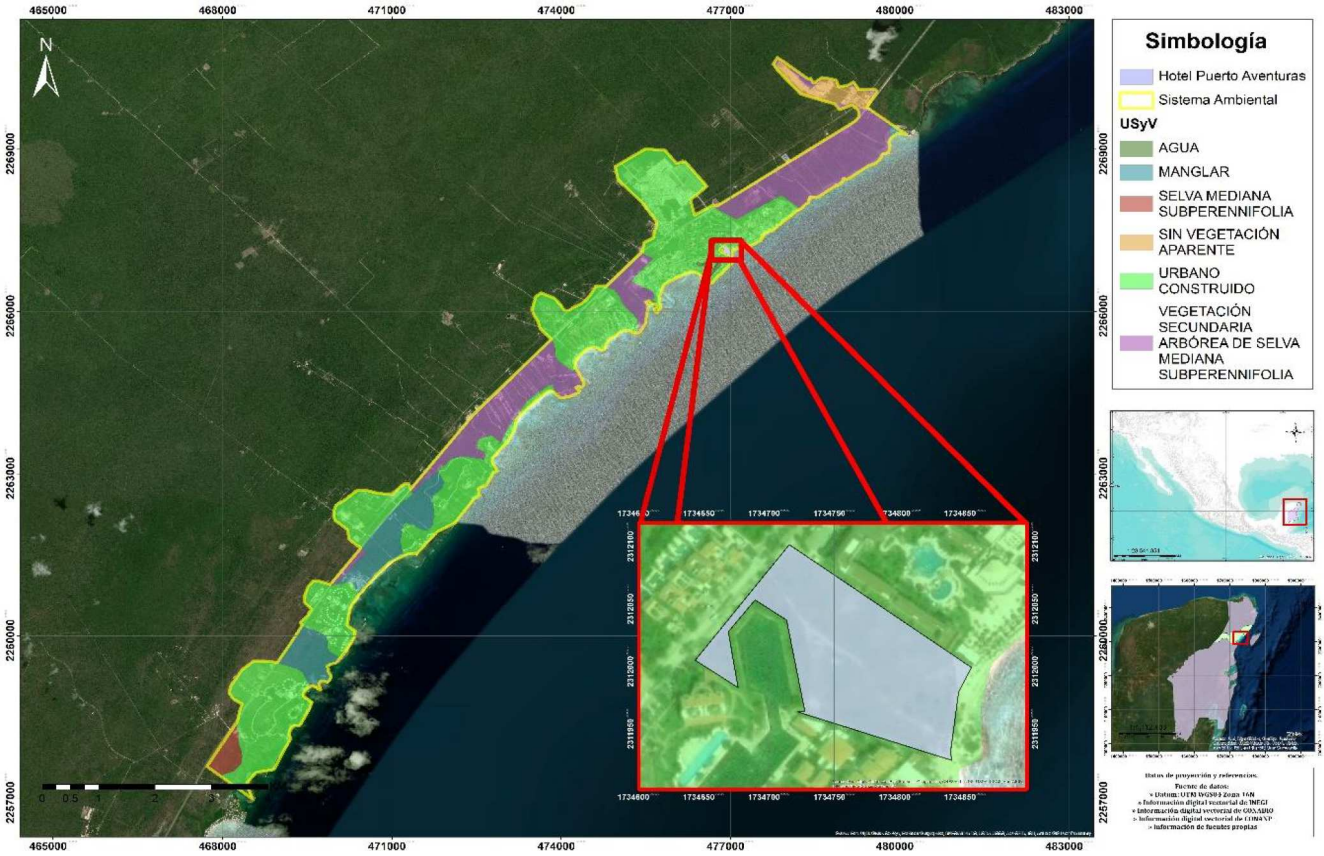


Figura IV.19 Tipo de Vegetación y Uso del Suelo dentro del Sistema Ambiental y del Sitio del Proyecto

Formas vitales

La flora de México presenta una gran diversidad de tipos morfológicos de plantas, conocidos como formas biológicas o formas vitales. Estas formas biológicas (árboles, arbustos, trepadoras, etc.), pueden ser un indicador del acoplamiento de la planta al medio en que viven. En cuanto a la flora tropical de México, ésta se caracteriza por un alto número de formas biológicas, lo cual se le atribuye a la adaptación del mundo vegetal para afrontar la competencia por la luz (Rzedowski, 2006). Las especies encontradas en el SP y AI, se dividen en cinco formas vitales, siendo la herbácea la más abundante con 33 especies, seguida por la arbustiva con 20 especies, la arbórea con 11, la epífita con tres y la trepadora con la representación de dos especies (**Tabla IV.14**).

Tabla IV.14 Forma vital de las especies de flora encontradas en el Sitio del Proyecto y Área de Influencia.

Forma vital	Número de especies
Arbórea	11
Arbustiva	20
Epífita	3
Herbácea	33
Trepadora	2

Características estructurales

Se realizaron muestreos de vegetación en 12 puntos. Las coordenadas y altitud de dichos puntos de muestreo se indican en el **Tabla IV.15.**

Tabla IV.15 Localización de los puntos de muestreo de vegetación y sus características

Punto	Este	Norte	Altitud (msnm)
PMVPA01	476826	2267132	2
PMVPA02	476890	2267176	3
PMVPA03	476932	2267146	3
PMVPA04	476919	2267093	4
PMVPA05	476971	2267093	3
PMVPA06	475545	2266951	7
PMVPA07	475367	2265921	3
PMVPA08	476984	2267726	5
PMVPA09	479260	2269300	11
PMVPA10	473310	2264697	5
PMVPA11	470860	2261672	8
PMVPA12	468101	2257734	6

En el **Tabla IV.16**, se puede apreciar que las 1.4854 ha del sitio del proyecto presentan vegetación forestal del tipo: Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperinifolia, aunque a simple vista se puede apreciar que está en diferentes estados de recuperación, así mismo en la **Figura IV.20** se muestran los cinco puntos de muestreo dentro del predio del proyecto como siete para el SA del proyecto.

Tabla IV.16 Tipo de uso del suelo y distribución de la vegetación natural en el Sitio del Proyecto

Tipo de vegetación y uso del suelo	Superficie (m^2)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperinifolia	14,854.06	1.485406	100.00

Posteriormente, en la **Tabla 4.17** se presenta la lista de las especies encontradas tanto para el sitio del proyecto como para el sistema ambiental, además de la forma vital que tiene cada especie.

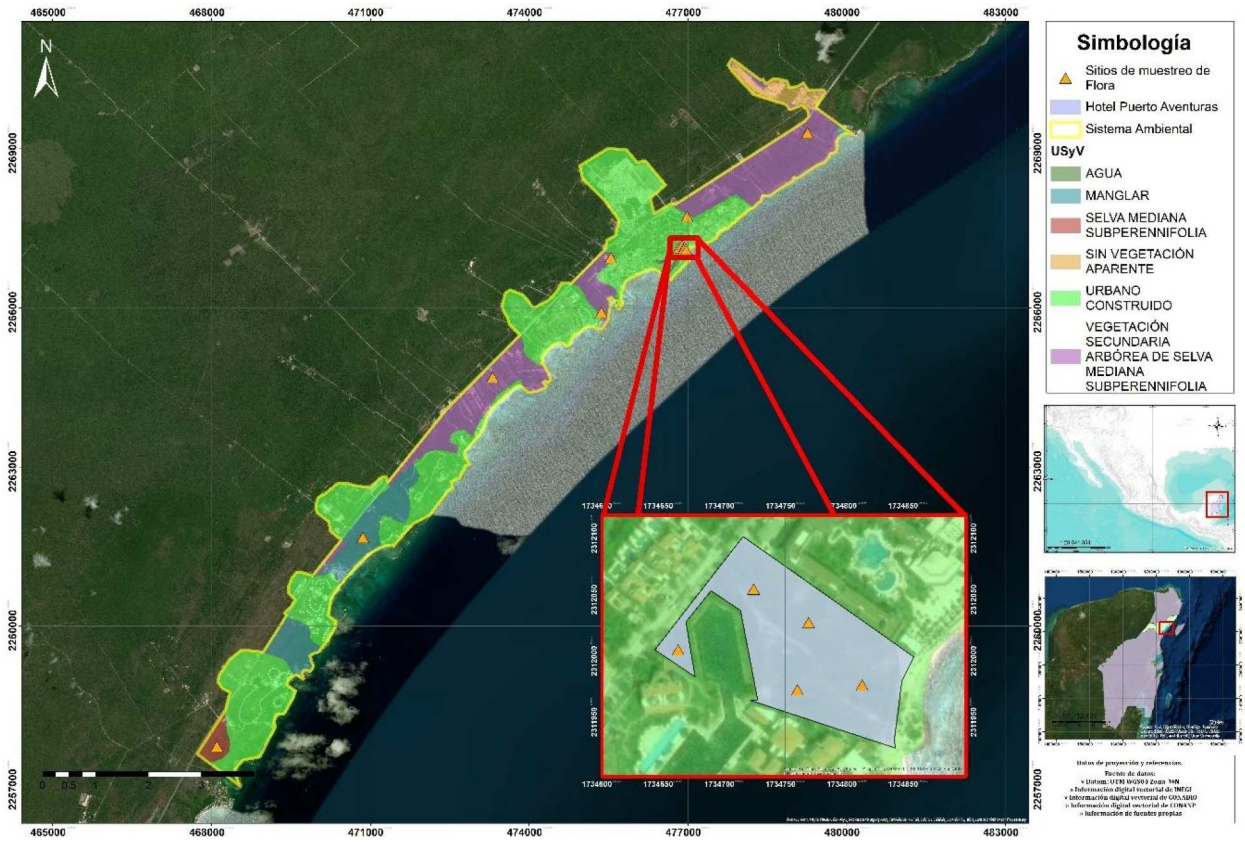


Figura IV.20 Tipo de Vegetación y Uso del Suelo dentro del Sistema Ambiental y del Sitio del Proyecto.

Tabla IV.17 Registro de las especies tanto para el sitio del proyecto como para el sistema ambiental.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	SP	SA
1	Acanthaceae	*Aphelandra deppeana*	Sik-cha	Herbácea		X
2	Acanthaceae	*Bravaisia tubiflora*	Canocoite	Arbustiva		X
3	Acanthaceae	*Ruellia nudiflora*	Kabalya´axnik	Herbácea		X
4	Agavaceae	*Agave sisalana*	Henequén	Arbustiva		X
5	Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de mar	Herbácea	X	X
6	Amaryllidaceae	*Sanseviera trifasciata*	Lengua de suegra	Herbácea	X	X
7	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	Arbustiva	X	X
8	Annonaceae	*Annona glabra*	Arbol del corcho	Arbustiva		X
9	Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	Akitz	Arbustiva	X	X
10	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	Arbustiva		X
11	Apocynaceae	*Stemmadenia galeottiana*	Xlaul	Arbustiva		X
12	Araceae	*Epipremnum sp.*	Quiebra platos	Trepadora	X	X
13	Araceae	*Epipremnum aureum*	Julieta	Trepadora	X	X
14	Araceae	*Xanthosoma sagittifolium*	Hoja elegante	Herbácea	X	X
15	Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Muchacha	Herbácea		X
16	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Pits, Sac-chacah	Herbácea	X	X
17	Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	Herbácea	X	X
18	Arecaceae	*Coccothrinax radiata*	Nakas	Arbustiva		X
19	Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nakas	Arbustiva	X	X
20	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Cocotero	Arbustiva	X	X
21	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	Arbustiva	X	X
22	Arecaceae	*Pseudophoenix sargentii*	Palma kuka	Arbustiva		X
23	Asteraceae	*Ageratum maritimum*	Cosmo marino	Herbácea	X	X

RAMBOLL

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	SP	SA
24	Asteraceae	*Pluchea odorata*	Moradilla	Herbácea	X	X
25	Asteraceae	*Eupatorium odoratum*	Azulilla	Herbácea	X	X
26	Asteraceae	*Flaveria linearis*	Compuesta amarilla	Herbácea	X	X
27	Asteraceae	*Tagetes lucida*	Cempasuchilillo	Herbácea	X	X
28	Asteraceae	*Viguiera dentata*	Tahche	Herbácea	X	X
29	Bataceae	*Batis maritima*	Saladilla	Herbácea		X
30	Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	Pochote	Arborea	X	X
31	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Siricote	Arborea	X	X
32	Boraginaceae	*Cordia sebestena*	Chakopte	Arborea		X
33	Bromeliaceae	*Aechmea bracteata*	Gallito	Epifita	X	X
34	Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*	Tilancia	Epifita	X	X
35	Bromeliaceae	*Aechmea fasciata*	Xchu	Epifita		X
36	Bromeliaceae	*Tillandsia brachycaulos*	Cola de caballo	Epifita		X
37	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chacah	Arborea	X	X
38	Cactaceae	*Selenicereus testudo*	Pitaya	Epifita	X	X
39	Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	Herbácea		X
40	Clusiaceae	*Clusia salvinii*	Chunup	Arbustiva	X	X
41	Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	Arborea		X
42	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	Arborea	X	X
43	Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	Arbustiva	X	X
44	Commelinaceae	*Commelina erecta*	Borreguillo	Herbácea	X	X
45	Commelinaceae	*Rhoeo discolor*	Mahuey morado	Herbácea	X	X
46	Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Riñonina	Herbácea	X	X
47	Convolvulaceae	*Ipomoea alba*	Manto	Herbácea		X
48	Convolvulaceae	*Ipomoea carnea*	Chok´obbkat	Herbácea		X
49	Cycadaceae	*Zamia loddigesii*	Palmita	Herbácea	X	X

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	SP	SA
50	Cyperaceae	*Cyperus hermaphroditus*	Kabalxa´an	Herbácea		X
51	Ebenaceae	*Diospyros verae-crucis*	Taúchya´	Arbustiva		X
52	Ebenaceae	*Diospyros yucatanensis*	Uchulche	Arbustiva		X
53	Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Palo de asta	Arbustiva	X	X
54	Euphorbiaceae	*Hippomane mancinella*	Manzanillo	Arbustiva	X	X
55	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	Herbácea	X	X
56	Euphorbiaceae	*Adelia barbinervis*	Puts-umukuy	Arbustiva		X
57	Euphorbiaceae	*Astrocasia tremula*	Kabal-p´ixt´olon	Arborea		X
58	Euphorbiaceae	*Enriquebeltrania crenatifolia*	Chiim took	Arbustiva		X
59	Fabaceae	*Acacia cornigera*	Cornezuelo	Arbustiva	X	X
60	Fabaceae	*Bauhinia jenningsii*	Tsimin	Arbustiva		X
61	Fabaceae	*Caesalpinia platyloba*	Chakte´kik	Arborea		X
62	Fabaceae	*Caesalpinia pulcherrima*	Caballero	Arborea	X	X
63	Fabaceae	*Calliandra belizensis*	Barbas de viejo	Arbustiva		X
64	Fabaceae	*Clitoria ternatea*	Chi´kamch´o	Herbácea		X
65	Fabaceae	*Crotalaria pumila*	Sakpet	Herbácea	X	X
66	Fabaceae	*Erythrina standleyana*	Chakmolche	Arbustiva	X	X
67	Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cocoite blanco	Arborea		X
68	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Huatsim	Arborea	X	X
69	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	Arborea		X
70	Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabin	Arborea	X	X
71	Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Xyaaxk´aax	Arbustiva		X
72	Fabaceae	*Pithecellobium mangense*	Chakchucum	Arborea		X
73	Fabaceae	*Sophora tomentosa*	Frijolillo	Arbustiva		X
74	Fabaceae	*Swartzia cubensis*	Katal´oox	Arborea		X

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	SP	SA
75	Fabaceae	*Vigna elegans*	Kántsim	Arbustiva		X
76	Lygodiaceae	*Lygodium venustum*	Helecho	Herbácea	X	X
77	Malvaceae	*Hampea trilobata*	Mahahua, Sak iitsa'	Herbácea	X	X
78	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipancillo	Arbustiva	X	X
79	Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Sutup	Herbácea		X
80	Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Arborea		X
81	Meliaceae	*Trichilia hirta*	Sakch´obenche	Arborea	X	X
82	Menispermaceae	*Cissampelos pareira*	Tsúts´uk	Herbácea		X
83	Moraceae	*Brosimun alicustrum*	Ramón	Arborea		X
84	Moraceae	*Ficus padifolia*	Ficus	Arborea		X
85	Moraceae	*Ficus tecolutensis*	Alamo	Arborea	X	X
86	Musaceae	*Musa paradisiaca*	Platano	Herbácea	X	
87	Myrtaceae	*Psidium guajava*	Kolop	Arbustiva		X
88	Nolinaceae	*Beaucarnea pliabilis*	Ts´ipil, despeinada	Arbustiva		X
89	Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Chinela	Epifita		X
90	Piperaceae	*Piper auritum*	Acuyo	Herbácea	X	X
91	Poaceae	*Andropogon glomeratus*	Zacate espigas peludas	Herbácea	X	X
92	Poaceae	*Digitaria insularis*	Zacate espeso	Herbácea	X	X
93	Poaceae	*Eragrostis ciliaris*	Zacate ganadero	Herbácea	X	X
94	Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Bejuco	Herbácea	X	X
95	Poaceae	*Sporobolus virginicus*	Zacate de arena	Herbácea	X	X
96	Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Bob	Arbustiva	X	X
97	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	Arbustiva	X	X
98	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Tsi tsil che	Arborea		X
99	Polypodiaceae	*Microgramma nitida*	Tsos-ak	Herbácea	X	X
100	Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Kabalchunup	Herbácea	X	X

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	SP	SA
101	Portulacaceae	*Portulaca halimoides*	Tsayochkan	Herbácea		X
102	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Luumche	Arbustiva	X	X
103	Rubiaceae	*Ernodea littoralis*	Ernodea	Arbustiva	X	X
104	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Xcanan	Arbustiva	X	X
105	Rubiaceae	*Morinda citrifolia*	Noni	Arbustiva	X	X
106	Rubiaceae	*Exostema caribaeum*	Chaktsiis	Arbustiva		X
107	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Kibche	Arbustiva		X
108	Rubiaceae	*Hintonia octomera*	Kabalk´ax	Arbustiva		X
109	Rubiaceae	*Ixora coccinea*	Izoara	Herbácea		X
110	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Ak´ank´ax	Arbustiva		X
111	Rutaceae	*Esenbeckia pentaphylla*	Tankas-che	Arborea		X
112	Rutaceae	*Zanthoxylon fraga*	Tankasche	Arbustiva		X
113	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Sak-pom	Arborea	X	X
114	Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimito	Arborea		X
115	Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Zapote	Arborea		X
116	Simaroubacea e	*Picramnia andicola*	K´anchik´ninche´	Arbustiva		X
117	Simaroubacea e	*Suriana maritima*	Pantsil	Arbustiva	X	X
118	Solanaceae	*Capsicum frutescens*	Piquin	Herbácea	X	
119	Solanaceae	*Solanum verbascifolium*	Jaltomatillo	Herbácea	X	X
120	Solanaceae	*Solandra guttata*	Floripondio	Herbácea		X
121	Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumo	Arborea	X	X
122	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	K´oochle	Arborea		X
123	Urticaceae	*Pilea microphylla*	Siisalxiw	Herbácea	X	X
124	Verbenaceae	*Lantana camara*	Peonia, Ikj´ilha´xiw	Herbácea	X	X
125	Verbenaceae	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	Arbustiva	X	X
126	Verbenaceae	*Avicennia nitida*	Mangle negro	Arbustiva		X

RAMBOLL

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	SP	SA
127	Verbenaceae	*Callicarpa acuminata*	Pukin	Herbácea	X	X
128	Zygophyllaceae	*Guaiacum sanctum*	Guayacán	Arborea		X

Con la lista general de especies presentes tanto para el SA como para el SP, podemos darnos una idea de la similitud que tienen el sitio del proyecto con el sitio de referencia, de las 69 especies presentes en el SP solo dos no están presentes en el SA las cuales son el plátano (Musa *paradisiaca*) y el chile piquin (*Capsicum frutescens*), esto se puede explicar a que en el sitio del proyecto se tiene una influencia antrópica muy fuerte y que es posible que sean plantas que de alguna manera llegaron ya sea de los hoteles vecinos o por transporte, estas especies no se consideran silvestres por lo que no aparecen en el SA ya que se procuró caracterizar sitios con condiciones de conservación de la flora, el índice de similitud del Coeficiente de Comunidad entre ambos sitios (SA vs SP) es de 0.68, este valor se interpreta de una escala de cero donde ambos sitios no comparten una sola especie a uno donde los sitios son idénticos en cantidad de especies, en este caso el SA tiene casi todas las especies del SP, pero además tiene otras diferentes que no están presentes en el SP, se considera más rico, se puede afirmar que se parecen un 68.71 %ambos sitios, esto debido principalmente a la falta de especies del SP con respecto al SA, y a la presencia de dos que se consideran domésticas.

En el **Tabla IV.18**, se presenta la forma vital de individuos de cada una de las especies registradas y los atributos obtenidos para realizar la caracterización estructural de la comunidad en el SP: (i) densidad relativa (**dr**), (ii) frecuencia relativa (**fr**) y (iii) dominancia relativa (**Dr**), cuya suma da el valor de importancia (**VI**)**.** Las especies con mayores valores de importancia son), Almendro (*Terminalia catappa*, 0.17205), Pits ó Sac-chacah (*Dendropanax arboreus*, 0.16451), Alamo (*Ficus tecolutensis*, 0.11969), Kabalchunup (*Portulaca oleracea*, 0.11132), Huatsim (*Leucaena leucocephala*, 0.11048), Pochote (*Ceiba pentandra*, 0.10300), Siricote (*Cordia dodecandra*, 0.09860), Chacah (*Bursera simaruba*, 0.08287), Nakas (*Coccothrinax readii*, 0.08273), Sak-pom (*Cupania dentata*, 0.07549), Mahuey morado (*Rhoeo discolor*, 0.07420), Peonia, Ikj´ilha´xiw (*Lantana cámara*, 0.07015), Jabin (*Piscidia piscipula*, 0.06997), Guarumo (*Cecropia peltata*, 0.06932), y Akitz (*Thevetia gaumeri*, 0.06854), estas 15 especies de las 69 encontradas representan el 50% del VI total siendo el almendro el más importante, tanto en dominancia visual como en dominancia numérica del estrato arbóreo, seguida del pits, este por cuestión de densidad ya que es herbácea con habito decumbente o postrada sobre el suelo y que puebla lugares perturbados como especie pionera.

Tabla IV.18 Valores de Frecuencia, densidad y dominancia relativa, así como el valor de importancia de la vegetación encontrada en el Sitio del Proyecto.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Indice de SIMPSON)	H´ (Indice de SHANNON)
1	Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de mar	Herbácea	0.0107	0.0071	0.0004	0.0182	0.011	0.000	-0.049
2	Amaryllidaceae	*Sanseviera trifasciata*	Lengua de suegra	Herbácea	0.0061	0.0071	0.0001	0.0134	0.006	0.000	-0.031
3	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	Arbustiva	0.0199	0.0286	0.0184	0.0668	0.020	0.000	-0.078
4	Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	Akitz	Arbustiva	0.0229	0.0286	0.0170	0.0685	0.023	0.001	-0.087
5	Araceae	*Epipremnum sp.*	Quiebra platos	Trepadora	0.0061	0.0143	0.0012	0.0216	0.006	0.000	-0.031
6	Araceae	*Epipremnum aureum*	Julieta	Trepadora	0.0046	0.0071	0.0020	0.0138	0.005	0.000	-0.025
7	Araceae	*Xanthosoma sagittifolium*	Hoja elegante	Herbácea	0.0046	0.0071	0.0032	0.0149	0.005	0.000	-0.025
8	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Pits, Sac-chacah	Herbácea	0.1361	0.0071	0.0213	0.1645	0.136	0.019	-0.271
9	Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	Herbácea	0.0046	0.0071	0.0005	0.0123	0.005	0.000	-0.025
10	Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nakas	Arbustiva	0.0306	0.0286	0.0236	0.0827	0.031	0.001	-0.107
11	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Cocotero	Arbustiva	0.0015	0.0071	0.0191	0.0278	0.002	0.000	-0.010

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Indice de SIMPSON)	H´ (Indice de SHANNON)
12	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	Arbustiva	0.0061	0.0214	0.0378	0.0654	0.006	0.000	-0.031
13	Asteraceae	*Ageratum maritimum*	Cosmo marino	Herbácea	0.0046	0.0143	0.0004	0.0193	0.005	0.000	-0.025
14	Asteraceae	*Pluchea odorata*	Moradilla	Herbácea	0.0061	0.0143	0.0005	0.0209	0.006	0.000	-0.031
15	Asteraceae	*Eupatorium odoratum*	Azulilla	Herbácea	0.0046	0.0143	0.0005	0.0194	0.005	0.000	-0.025
16	Asteraceae	*Flaveria linearis*	Compuesta amarilla	Herbácea	0.0061	0.0143	0.0003	0.0207	0.006	0.000	-0.031
17	Asteraceae	*Tagetes lucida*	Cempasuchilillo	Herbácea	0.0031	0.0071	0.0003	0.0105	0.003	0.000	-0.018
18	Asteraceae	*Viguiera dentata*	Tahche	Herbácea	0.0046	0.0214	0.0005	0.0265	0.005	0.000	-0.025
19	Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	Pochote	Arborea	0.0015	0.0071	0.0943	0.1030	0.002	0.000	-0.010
20	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Siricote	Arborea	0.0138	0.0357	0.0491	0.0986	0.014	0.000	-0.059
21	Bromeliaceae	*Aechmea bracteata*	Gallito	Epifita	0.0015	0.0071	0.0002	0.0089	0.002	0.000	-0.010
22	Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*	Tilancia	Epifita	0.0505	0.0143	0.0003	0.0651	0.050	0.003	-0.151
23	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chacah	Arborea	0.0107	0.0143	0.0579	0.0829	0.011	0.000	-0.049

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Indice de SIMPSON)	H´ (Indice de SHANNON)
24	Cactaceae	*Selenicereus testudo*	Pitaya	Epifita	0.0015	0.0071	0.0007	0.0094	0.002	0.000	-0.010
25	Clusiaceae	*Clusia salvinii*	Chunup	Arbustiva	0.0031	0.0071	0.0021	0.0123	0.003	0.000	-0.018
26	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	Arborea	0.0642	0.0286	0.0793	0.1720	0.064	0.004	-0.176
27	Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	Arbustiva	0.0275	0.0143	0.0139	0.0557	0.028	0.001	-0.099
28	Commelinaceae	*Commelina erecta*	Borreguillo	Herbácea	0.0229	0.0071	0.0003	0.0304	0.023	0.001	-0.087
29	Commelinaceae	*Rhoeo discolor*	Mahuey morado	Herbácea	0.0596	0.0143	0.0003	0.0742	0.060	0.004	-0.168
30	Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Riñonina	Herbácea	0.0046	0.0071	0.0010	0.0127	0.005	0.000	-0.025
31	Cycadaceae	*Zamia loddigesii*	Palmita	Herbácea	0.0031	0.0071	0.0002	0.0104	0.003	0.000	-0.018
32	Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Palo de asta	Arbustiva	0.0015	0.0071	0.0268	0.0355	0.002	0.000	-0.010
33	Euphorbiaceae	*Hippomane mancinella*	Manzanillo	Arbustiva	0.0107	0.0143	0.0195	0.0444	0.011	0.000	-0.049
34	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	Herbácea	0.0046	0.0143	0.0044	0.0233	0.005	0.000	-0.025
35	Fabaceae	*Acacia cornigera*	Cornezuelo	Arbustiva	0.0122	0.0286	0.0043	0.0451	0.012	0.000	-0.054

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Indice de SIMPSON)	H´ (Indice de SHANNON)
36	Fabaceae	*Caesalpinia pulcherrima*	Caballero	Arborea	0.0031	0.0143	0.0236	0.0409	0.003	0.000	-0.018
37	Fabaceae	*Crotalaria pumila*	Sakpet	Herbácea	0.0153	0.0143	0.0006	0.0301	0.015	0.000	-0.064
38	Fabaceae	*Erythrina standleyana*	Chakmolche	Arbustiva	0.0015	0.0071	0.0191	0.0278	0.002	0.000	-0.010
39	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Huatsim	Arborea	0.0138	0.0286	0.0681	0.1105	0.014	0.000	-0.059
40	Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabin	Arborea	0.0107	0.0214	0.0378	0.0700	0.011	0.000	-0.049
41	Lygodiaceae	*Lygodium venustum*	Helecho	Herbácea	0.0138	0.0143	0.0003	0.0284	0.014	0.000	-0.059
42	Malvaceae	*Hampea trilobata*	Mahahua, Sak iitsa'	Herbácea	0.0076	0.0214	0.0093	0.0383	0.008	0.000	-0.037
43	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipancillo	Arbustiva	0.0153	0.0286	0.0121	0.0560	0.015	0.000	-0.064
44	Meliaceae	*Trichilia hirta*	Sakch´obenche	Arborea	0.0015	0.0071	0.0085	0.0172	0.002	0.000	-0.010
45	Moraceae	*Ficus tecolutensis*	Alamo	Arborea	0.0031	0.0143	0.1023	0.1197	0.003	0.000	-0.018
46	Musaceae	*Musa paradisiaca*	Platano	Herbácea	0.0015	0.0071	0.0236	0.0323	0.002	0.000	-0.010
47	Piperaceae	*Piper auritum*	Acuyo	Herbácea	0.0031	0.0071	0.0020	0.0122	0.003	0.000	-0.018

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Indice de SIMPSON)	H´ (Indice de SHANNON)
48	Poaceae	*Andropogon glomeratus*	Zacate espigas peludas	Herbácea	0.0046	0.0143	0.0010	0.0199	0.005	0.000	-0.025
49	Poaceae	*Digitaria insularis*	Zacate espeso	Herbácea	0.0245	0.0214	0.0003	0.0462	0.024	0.001	-0.091
50	Poaceae	*Eragrostis ciliaris*	Zacate ganadero	Herbácea	0.0122	0.0143	0.0001	0.0266	0.012	0.000	-0.054
51	Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Bejuco	Herbácea	0.0352	0.0214	0.0005	0.0571	0.035	0.001	-0.118
52	Poaceae	*Sporobolus virginicus*	Zacate de arena	Herbácea	0.0214	0.0143	0.0008	0.0365	0.021	0.000	-0.082
53	Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Bob	Arbustiva	0.0015	0.0071	0.0046	0.0133	0.002	0.000	-0.010
54	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	Arbustiva	0.0015	0.0071	0.0087	0.0174	0.002	0.000	-0.010
55	Polypodiaceae	*Microgramma nitida*	Tsos-ak	Herbácea	0.0015	0.0071	0.0003	0.0090	0.002	0.000	-0.010
56	Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Kabalchunup	Herbácea	0.0826	0.0286	0.0002	0.1113	0.083	0.007	-0.206
57	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Luumche	Arbustiva	0.0046	0.0143	0.0048	0.0236	0.005	0.000	-0.025
58	Rubiaceae	*Ernodea littoralis*	Ernodea	Arbustiva	0.0122	0.0143	0.0003	0.0268	0.012	0.000	-0.054
59	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Xcanan	Arbustiva	0.0214	0.0214	0.0044	0.0473	0.021	0.000	-0.082

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Indice de SIMPSON)	H´ (Indice de SHANNON)
60	Rubiaceae	*Morinda citrifolia*	Noni	Arbustiva	0.0031	0.0071	0.0011	0.0113	0.003	0.000	-0.018
61	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Sak-pom	Arborea	0.0015	0.0071	0.0668	0.0755	0.002	0.000	-0.010
62	Simaroubaceae	*Suriana maritima*	Pantsil	Arbustiva	0.0061	0.0071	0.0018	0.0150	0.006	0.000	-0.031
63	Solanaceae	*Capsicum frutescens*	Piquin	Herbácea	0.0092	0.0071	0.0002	0.0165	0.009	0.000	-0.043
64	Solanaceae	*Solanum verbascifolium*	Jaltomatillo	Herbácea	0.0275	0.0286	0.0005	0.0566	0.028	0.001	-0.099
65	Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumo	Arborea	0.0031	0.0071	0.0591	0.0693	0.003	0.000	-0.018
66	Urticaceae	*Pilea microphylla*	Siisalxiw	Herbácea	0.0183	0.0214	0.0001	0.0399	0.018	0.000	-0.073
67	Verbenaceae	*Lantana camara*	Peonia, Ikj´ilha´xiw	Herbácea	0.0336	0.0357	0.0008	0.0701	0.034	0.001	-0.114
68	Verbenaceae	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	Arbustiva	0.0015	0.0071	0.0330	0.0417	0.002	0.000	-0.010
69	Verbenaceae	*Callicarpa acuminata*	Pukin	Herbácea	0.0061	0.0071	0.0011	0.0144	0.006	0.000	-0.031
Total					**1**	**1**	**1**	**3**	**1.0000**		**-3.57**
								d (Dominancia):		**0.0463**	
								d-1 (Diversidad):		**0.9537**	

Tabla IV.19 Valores de Frecuencia, densidad y dominancia relativa así como el valor de importancia de la vegetación encontrada en el Sistema Ambiental.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
1	Acanthaceae	*Aphelandra deppeana*	Sik-cha	Herbácea	0.0010	0.0040	0.0005	0.0055	0.0010	0.0000	-0.0069
2	Acanthaceae	*Bravaisia tubiflora*	Canocoite	Arbustiva	0.0005	0.0020	0.0006	0.0031	0.0005	0.0000	-0.0038
3	Acanthaceae	*Ruellia nudiflora*	Kabalya´axnik	Herbácea	0.0055	0.0040	0.0001	0.0096	0.0055	0.0000	-0.0287
4	Agavaceae	*Agave sisalana*	Henequén	Arbustiva	0.0005	0.0020	0.0036	0.0061	0.0005	0.0000	-0.0038
5	Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de mar	Herbácea	0.0095	0.0060	0.0002	0.0157	0.0095	0.0001	-0.0444
6	Amaryllidaceae	*Sanseviera trifasciata*	Lengua de suegra	Herbácea	0.0030	0.0040	0.0001	0.0071	0.0030	0.0000	-0.0175
7	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	Arbustiva	0.0216	0.0200	0.0077	0.0494	0.0216	0.0005	-0.0828
8	Annonaceae	*Annona glabra*	Arbol del corcho	Arbustiva	0.0005	0.0020	0.0086	0.0112	0.0005	0.0000	-0.0038
9	Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	Akitz	Arbustiva	0.0206	0.0200	0.0072	0.0478	0.0206	0.0004	-0.0799
10	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	Arbustiva	0.0010	0.0020	0.0019	0.0049	0.0010	0.0000	-0.0069
11	Apocynaceae	*Stemmadenia galeottiana*	Xlaul	Arbustiva	0.0005	0.0020	0.0239	0.0264	0.0005	0.0000	-0.0038

RAMBOLL

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
12	Araceae	*Epipremnum sp.*	Quiebra platos	Trepadora	0.0030	0.0080	0.0005	0.0115	0.0030	0.0000	-0.0175
13	Araceae	*Epipremnum aureum*	Julieta	Trepadora	0.0045	0.0080	0.0009	0.0134	0.0045	0.0000	-0.0244
14	Araceae	*Xanthosoma sagittifolium*	Hoja elegante	Herbácea	0.0035	0.0060	0.0013	0.0109	0.0035	0.0000	-0.0198
15	Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Muchacha	Herbácea	0.0080	0.0060	0.0003	0.0144	0.0080	0.0001	-0.0387
16	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Pits, Sac-chacah	Herbácea	0.0487	0.0060	0.0090	0.0636	0.0487	0.0024	-0.1471
17	Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	Herbácea	0.0035	0.0080	0.0002	0.0118	0.0035	0.0000	-0.0198
18	Arecaceae	*Coccothrinax radiata*	Nakas	Arbustiva	0.0010	0.0040	0.0093	0.0143	0.0010	0.0000	-0.0069
19	Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nakas	Arbustiva	0.0251	0.0220	0.0099	0.0571	0.0251	0.0006	-0.0925
20	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Cocotero	Arbustiva	0.0035	0.0080	0.0080	0.0196	0.0035	0.0000	-0.0198
21	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	Arbustiva	0.0065	0.0160	0.0159	0.0385	0.0065	0.0000	-0.0328
22	Arecaceae	*Pseudophoenix sargentii*	Palma kuka	Arbustiva	0.0020	0.0060	0.0218	0.0299	0.0020	0.0000	-0.0125
23	Asteraceae	*Ageratum maritimum*	Cosmo marino	Herbácea	0.0065	0.0120	0.0002	0.0187	0.0065	0.0000	-0.0328

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
24	Asteraceae	*Pluchea odorata*	Moradilla	Herbácea	0.0085	0.0100	0.0002	0.0188	0.0085	0.0001	-0.0406
25	Asteraceae	*Eupatorium odoratum*	Azulilla	Herbácea	0.0045	0.0100	0.0002	0.0148	0.0045	0.0000	-0.0244
26	Asteraceae	*Flaveria linearis*	Compuesta amarilla	Herbácea	0.0100	0.0080	0.0001	0.0182	0.0100	0.0001	-0.0462
27	Asteraceae	*Tagetes lucida*	Cempasuchilillo	Herbácea	0.0125	0.0060	0.0001	0.0187	0.0125	0.0002	-0.0549
28	Asteraceae	*Viguiera dentata*	Tahche	Herbácea	0.0075	0.0120	0.0002	0.0198	0.0075	0.0001	-0.0368
29	Bataceae	*Batis maritima*	Saladilla	Herbácea	0.0125	0.0040	0.0001	0.0167	0.0125	0.0002	-0.0549
30	Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	Pochote	Arborea	0.0015	0.0060	0.0706	0.0781	0.0015	0.0000	-0.0098
31	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Siricote	Arborea	0.0100	0.0180	0.0207	0.0488	0.0100	0.0001	-0.0462
32	Boraginaceae	*Cordia sebestena*	Chakopte	Arborea	0.0010	0.0040	0.0350	0.0400	0.0010	0.0000	-0.0069
33	Bromeliaceae	*Aechmea bracteata*	Gallito	Epifita	0.0055	0.0080	0.0001	0.0136	0.0055	0.0000	-0.0287
34	Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*	Tilancia	Epifita	0.0311	0.0140	0.0001	0.0453	0.0311	0.0010	-0.1080
35	Bromeliaceae	*Aechmea fasciata*	Xchu	Epifita	0.0005	0.0020	0.0002	0.0027	0.0005	0.0000	-0.0038

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
36	Bromeliaceae	*Tillandsia brachycaulos*	Cola de caballo	Epifita	0.0251	0.0080	0.0000	0.0331	0.0251	0.0006	-0.0925
37	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chacah	Arborea	0.0090	0.0120	0.0244	0.0454	0.0090	0.0001	-0.0425
38	Cactaceae	*Selenicereus testudo*	Pitaya	Epifita	0.0130	0.0140	0.0003	0.0274	0.0130	0.0002	-0.0566
39	Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	Herbácea	0.0010	0.0040	0.0004	0.0054	0.0010	0.0000	-0.0069
40	Clusiaceae	*Clusia salvinii*	Chunup	Arbustiva	0.0095	0.0060	0.0009	0.0164	0.0095	0.0001	-0.0444
41	Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	Arborea	0.0161	0.0020	0.0199	0.0380	0.0161	0.0003	-0.0663
42	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	Arborea	0.0291	0.0180	0.0334	0.0805	0.0291	0.0008	-0.1029
43	Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	Arbustiva	0.0316	0.0060	0.0058	0.0435	0.0316	0.0010	-0.1092
44	Commelinaceae	*Commelina erecta*	Borreguillo	Herbácea	0.0120	0.0080	0.0001	0.0202	0.0120	0.0001	-0.0532
45	Commelinaceae	*Rhoeo discolor*	Mahuey morado	Herbácea	0.0432	0.0140	0.0001	0.0573	0.0432	0.0019	-0.1356
46	Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Riñonina	Herbácea	0.0065	0.0060	0.0004	0.0129	0.0065	0.0000	-0.0328
47	Convolvulaceae	*Ipomoea alba*	Manto	Herbácea	0.0010	0.0020	0.0006	0.0036	0.0010	0.0000	-0.0069

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
48	Convolvulaceae	*Ipomoea carnea*	Chok´obbkat	Herbácea	0.0045	0.0080	0.0029	0.0154	0.0045	0.0000	-0.0244
49	Cycadaceae	*Zamia loddigesii*	Palmita	Herbácea	0.0025	0.0060	0.0001	0.0086	0.0025	0.0000	-0.0150
50	Cyperaceae	*Cyperus hermaphroditus*	Kabalxa´an	Herbácea	0.0070	0.0040	0.0002	0.0113	0.0070	0.0000	-0.0348
51	Ebenaceae	*Diospyros verae-crucis*	Taúchya´	Arbustiva	0.0035	0.0080	0.0131	0.0247	0.0035	0.0000	-0.0198
52	Ebenaceae	*Diospyros yucatanensis*	Uchulche	Arbustiva	0.0035	0.0060	0.0082	0.0177	0.0035	0.0000	-0.0198
53	Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Palo de asta	Arbustiva	0.0040	0.0080	0.0113	0.0233	0.0040	0.0000	-0.0221
54	Euphorbiaceae	*Hippomane mancinella*	Manzanillo	Arbustiva	0.0080	0.0100	0.0082	0.0262	0.0080	0.0001	-0.0387
55	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	Herbácea	0.0020	0.0060	0.0019	0.0099	0.0020	0.0000	-0.0125
56	Euphorbiaceae	*Adelia barbinervis*	Puts-umukuy	Arbustiva	0.0010	0.0020	0.0020	0.0050	0.0010	0.0000	-0.0069
57	Euphorbiaceae	*Astrocasia tremula*	Kabal-p´ixt´olon	Arborea	0.0005	0.0020	0.0058	0.0083	0.0005	0.0000	-0.0038
58	Euphorbiaceae	*Enriquebeltrania crenatifolia*	Chiim took	Arbustiva	0.0035	0.0060	0.0016	0.0112	0.0035	0.0000	-0.0198
59	Fabaceae	*Acacia cornigera*	Cornezuelo	Arbustiva	0.0110	0.0160	0.0018	0.0289	0.0110	0.0001	-0.0497

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
60	Fabaceae	*Bauhinia jenningsii*	Tsimin	Arbustiva	0.0030	0.0060	0.0006	0.0096	0.0030	0.0000	-0.0175
61	Fabaceae	*Caesalpinia platyloba*	Chakte´kik	Arborea	0.0025	0.0060	0.0080	0.0166	0.0025	0.0000	-0.0150
62	Fabaceae	*Caesalpinia pulcherrima*	Caballero	Arborea	0.0030	0.0100	0.0099	0.0230	0.0030	0.0000	-0.0175
63	Fabaceae	*Calliandra belizensis*	Barbas de viejo	Arbustiva	0.0025	0.0060	0.0007	0.0092	0.0025	0.0000	-0.0150
64	Fabaceae	*Clitoria ternatea*	Chi´kamch´o	Herbácea	0.0005	0.0020	0.0003	0.0028	0.0005	0.0000	-0.0038
65	Fabaceae	*Crotalaria pumila*	Sakpet	Herbácea	0.0135	0.0100	0.0002	0.0238	0.0135	0.0002	-0.0583
66	Fabaceae	*Erythrina standleyana*	Chakmolche	Arbustiva	0.0020	0.0080	0.0080	0.0181	0.0020	0.0000	-0.0125
67	Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cocoite blanco	Arborea	0.0010	0.0040	0.0254	0.0304	0.0010	0.0000	-0.0069
68	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Huatsim	Arborea	0.0110	0.0160	0.0287	0.0558	0.0110	0.0001	-0.0497
69	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	Arborea	0.0050	0.0100	0.0322	0.0472	0.0050	0.0000	-0.0266
70	Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabin	Arborea	0.0080	0.0140	0.0159	0.0380	0.0080	0.0001	-0.0387
71	Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Xyaaxk´aax	Arbustiva	0.0030	0.0060	0.0113	0.0203	0.0030	0.0000	-0.0175

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
72	Fabaceae	*Pithecellobium mangense*	Chakchucum	Arborea	0.0010	0.0040	0.0233	0.0284	0.0010	0.0000	-0.0069
73	Fabaceae	*Sophora tomentosa*	Frijolillo	Arbustiva	0.0040	0.0060	0.0004	0.0104	0.0040	0.0000	-0.0221
74	Fabaceae	*Swartzia cubensis*	Katal´oox	Arborea	0.0005	0.0020	0.0113	0.0138	0.0005	0.0000	-0.0038
75	Fabaceae	*Vigna elegans*	Kántsim	Arbustiva	0.0015	0.0020	0.0016	0.0051	0.0015	0.0000	-0.0098
76	Lygodiaceae	*Lygodium venustum*	Helecho	Herbácea	0.0206	0.0140	0.0001	0.0347	0.0206	0.0004	-0.0799
77	Malvaceae	*Hampea trilobata*	Mahahua, Sak iitsa'	Herbácea	0.0135	0.0180	0.0039	0.0355	0.0135	0.0002	-0.0583
78	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipancillo	Arbustiva	0.0176	0.0200	0.0051	0.0427	0.0176	0.0003	-0.0710
79	Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Sutup	Herbácea	0.0035	0.0040	0.0003	0.0079	0.0035	0.0000	-0.0198
80	Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Arborea	0.0005	0.0020	0.0244	0.0269	0.0005	0.0000	-0.0038
81	Meliaceae	*Trichilia hirta*	Sakch´obenche	Arborea	0.0030	0.0080	0.0036	0.0146	0.0030	0.0000	-0.0175
82	Menispermaceae	*Cissampelos pareira*	Tsúts´uk	Herbácea	0.0015	0.0040	0.0012	0.0067	0.0015	0.0000	-0.0098
83	Moraceae	*Brosimun alicustrum*	Ramón	Arborea	0.0040	0.0040	0.0002	0.0083	0.0040	0.0000	-0.0221

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
84	Moraceae	*Ficus padifolia*	Ficus	Arborea	0.0015	0.0060	0.0540	0.0616	0.0015	0.0000	-0.0098
85	Moraceae	*Ficus tecolutensis*	Alamo	Arborea	0.0025	0.0100	0.0431	0.0556	0.0025	0.0000	-0.0150
86	Musaceae	*Musa paradisiaca*	Platano	Herbácea	0.0005	0.0020	0.0099	0.0124	0.0005	0.0000	-0.0038
87	Myrtaceae	*Psidium guajava*	Kolop	Arbustiva	0.0015	0.0040	0.0044	0.0099	0.0015	0.0000	-0.0098
88	Nolinaceae	*Beaucarnea pliabilis*	Ts´ipil, despeinada	Arbustiva	0.0020	0.0060	0.0080	0.0161	0.0020	0.0000	-0.0125
89	Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Chinela	Epifita	0.0030	0.0060	0.0001	0.0091	0.0030	0.0000	-0.0175
90	Piperaceae	*Piper auritum*	Acuyo	Herbácea	0.0080	0.0100	0.0009	0.0189	0.0080	0.0001	-0.0387
91	Poaceae	*Andropogon glomeratus*	Zacate espigas peludas	Herbácea	0.0120	0.0120	0.0004	0.0245	0.0120	0.0001	-0.0532
92	Poaceae	*Digitaria insularis*	Zacate espeso	Herbácea	0.0171	0.0140	0.0001	0.0312	0.0171	0.0003	-0.0695
93	Poaceae	*Eragrostis ciliaris*	Zacate ganadero	Herbácea	0.0161	0.0100	0.0000	0.0261	0.0161	0.0003	-0.0663
94	Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Bejuco	Herbácea	0.0256	0.0160	0.0002	0.0418	0.0256	0.0007	-0.0938
95	Poaceae	*Sporobolus virginicus*	Zacate de arena	Herbácea	0.0151	0.0080	0.0004	0.0234	0.0151	0.0002	-0.0632

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
96	Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Bob	Arbustiva	0.0015	0.0040	0.0019	0.0074	0.0015	0.0000	-0.0098
97	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	Arbustiva	0.0015	0.0060	0.0037	0.0112	0.0015	0.0000	-0.0098
98	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Tsi tsil che	Arborea	0.0010	0.0040	0.0080	0.0131	0.0010	0.0000	-0.0069
99	Polypodiaceae	*Microgramma nitida*	Tsos-ak	Herbácea	0.0246	0.0120	0.0001	0.0367	0.0246	0.0006	-0.0911
100	Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Kabalchunup	Herbácea	0.0472	0.0180	0.0001	0.0653	0.0472	0.0022	-0.1440
101	Portulacaceae	*Portulaca halimoides*	Tsayochkan	Herbácea	0.0095	0.0080	0.0001	0.0176	0.0095	0.0001	-0.0444
102	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Luumche	Arbustiva	0.0171	0.0160	0.0020	0.0351	0.0171	0.0003	-0.0695
103	Rubiaceae	*Ernodea littoralis*	Ernodea	Arbustiva	0.0100	0.0100	0.0001	0.0202	0.0100	0.0001	-0.0462
104	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Xcanan	Arbustiva	0.0110	0.0140	0.0019	0.0269	0.0110	0.0001	-0.0497
105	Rubiaceae	*Morinda citrifolia*	Noni	Arbustiva	0.0015	0.0040	0.0005	0.0060	0.0015	0.0000	-0.0098
106	Rubiaceae	*Exostema caribaeum*	Chaktsiis	Arbustiva	0.0010	0.0040	0.0010	0.0060	0.0010	0.0000	-0.0069
107	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Kibche	Arbustiva	0.0040	0.0060	0.0006	0.0106	0.0040	0.0000	-0.0221

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
108	Rubiaceae	*Hintonia octomera*	Kabalk´ax	Arbustiva	0.0025	0.0060	0.0009	0.0094	0.0025	0.0000	-0.0150
109	Rubiaceae	*Ixora coccinea*	Izoara	Herbácea	0.0010	0.0020	0.0005	0.0035	0.0010	0.0000	-0.0069
110	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Ak´ank´ax	Arbustiva	0.0065	0.0080	0.0129	0.0275	0.0065	0.0000	-0.0328
111	Rutaceae	*Esenbeckia pentaphylla*	Tankas-che	Arborea	0.0025	0.0060	0.0135	0.0220	0.0025	0.0000	-0.0150
112	Rutaceae	*Zanthoxylon fraga*	Tankasche	Arbustiva	0.0015	0.0040	0.0159	0.0214	0.0015	0.0000	-0.0098
113	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Sak-pom	Arborea	0.0035	0.0100	0.0281	0.0417	0.0035	0.0000	-0.0198
114	Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimito	Arborea	0.0005	0.0020	0.0257	0.0282	0.0005	0.0000	-0.0038
115	Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Zapote	Arborea	0.0005	0.0020	0.0096	0.0121	0.0005	0.0000	-0.0038
116	Simaroubaceae	*Picramnia andicola*	K´anchik´ninche´	Arbustiva	0.0005	0.0020	0.0107	0.0132	0.0005	0.0000	-0.0038
117	Simaroubaceae	*Suriana maritima*	Pantsil	Arbustiva	0.0085	0.0080	0.0008	0.0173	0.0085	0.0001	-0.0406
118	Solanaceae	*Capsicum frutescens*	Piquin	Herbácea	0.0030	0.0020	0.0001	0.0051	0.0030	0.0000	-0.0175
119	Solanaceae	*Solanum verbascifolium*	Jaltomatillo	Herbácea	0.0201	0.0180	0.0002	0.0383	0.0201	0.0004	-0.0784

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Forma Vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi^2 (Índice de SIMPSON)	H´ (Índice de SHANNON)
120	Solanaceae	*Solandra guttata*	Floripondio	Herbácea	0.0005	0.0020	0.0010	0.0035	0.0005	0.0000	-0.0038
121	Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumo	Arborea	0.0025	0.0060	0.0249	0.0334	0.0025	0.0000	-0.0150
122	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	K´oochle	Arborea	0.0015	0.0060	0.0265	0.0340	0.0015	0.0000	-0.0098
123	Urticaceae	*Pilea microphylla*	Siisalxiw	Herbácea	0.0171	0.0140	0.0000	0.0311	0.0171	0.0003	-0.0695
124	Verbenaceae	*Lantana camara*	Peonia, Ikj´ilha´xiw	Herbácea	0.0221	0.0220	0.0003	0.0445	0.0221	0.0005	-0.0842
125	Verbenaceae	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	Arbustiva	0.0010	0.0040	0.0139	0.0189	0.0010	0.0000	-0.0069
126	Verbenaceae	*Avicennia nitida*	Mangle negro	Arbustiva	0.0040	0.0040	0.0143	0.0223	0.0040	0.0000	-0.0221
127	Verbenaceae	*Callicarpa acuminata*	Pukin	Herbácea	0.0045	0.0080	0.0005	0.0130	0.0045	0.0000	-0.0244
128	Zygophyllaceae	*Guaiacum sanctum*	Guayacán	Arborea	0.0010	0.0040	0.0384	0.0434	0.0010	0.0000	-0.0069
Total					**1**	**1**	**1**	**3**	**1.0000**		**-4.28**
								d (Dominancia):		**0.0193**	
								d-1 (Diversidad):		**0.9807**	

Tabla IV.20 Estimación de individuos presentes por hectárea tipo para el SA y SP además de la estimación del número total de individuos para el SP

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Individuos x ha tipo SA	Individuos x ha tipo SP	Individuos estimados SP
1	Acanthaceae	*Aphelandra deppeana*	Sik-cha	2		
2	Acanthaceae	*Bravaisia tubiflora*	Canocoite	1		
3	Acanthaceae	*Ruellia nudiflora*	Kabalya´axnik	9		
4	Agavaceae	*Agave sisalana*	Henequén	1		
5	Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de mar	16	14	21
6	Amaryllidaceae	*Sanseviera trifasciata*	Lengua de suegra	5	8	12
7	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	36	26	39
8	Annonaceae	*Annona glabra*	Arbol del corcho	1		
9	Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	Akitz	34	30	45
10	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	2		
11	Apocynaceae	*Stemmadenia galeottiana*	Xlaul	1		
12	Araceae	*Epipremnum sp.*	Quiebra platos	5	8	12
13	Araceae	*Epipremnum aureum*	Julieta	8	6	9
14	Araceae	*Xanthosoma sagittifolium*	Hoja elegante	6	6	9
15	Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Muchacha	13		
16	Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	Pits, Sac-chacah	81	178	264
17	Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	6	6	9
18	Arecaceae	*Coccothrinax radiata*	Nakas	2		
19	Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nakas	42	40	59

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Individuos x ha tipo SA	Individuos x ha tipo SP	Individuos estimados SP
20	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Cocotero	6	2	3
21	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	11	8	12
22	Arecaceae	*Pseudophoenix sargentii*	Palma kuka	3		
23	Asteraceae	*Ageratum maritimum*	Cosmo marino	11	6	9
24	Asteraceae	*Pluchea odorata*	Moradilla	14	8	12
25	Asteraceae	*Eupatorium odoratum*	Azulilla	8	6	9
26	Asteraceae	*Flaveria linearis*	Compuesta amarilla	17	8	12
27	Asteraceae	*Tagetes lucida*	Cempasuchilillo	21	4	6
28	Asteraceae	*Viguiera dentata*	Tahche	13	6	9
29	Bataceae	*Batis maritima*	Saladilla	21		
30	Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	Pochote	3	2	3
31	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Siricote	17	18	27
32	Boraginaceae	*Cordia sebestena*	Chakopte	2		
33	Bromeliaceae	*Aechmea bracteata*	Gallito	9	2	3
34	Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*	Tilancia	52	66	98
35	Bromeliaceae	*Aechmea fasciata*	Xchu	1		
36	Bromeliaceae	*Tillandsia brachycaulos*	Cola de caballo	42		
37	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chacah	15	14	21
38	Cactaceae	*Selenicereus testudo*	Pitaya	22	2	3
39	Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	2		
40	Clusiaceae	*Clusia salvinii*	Chunup	16	4	6

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Individuos x ha tipo SA	Individuos x ha tipo SP	Individuos estimados SP
41	Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	27		
42	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	48	84	125
43	Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	53	36	53
44	Commelinaceae	*Commelina erecta*	Borreguillo	20	30	45
45	Commelinaceae	*Rhoeo discolor*	Mahuey morado	72	78	116
46	Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Riñonina	11	6	9
47	Convolvulaceae	*Ipomoea alba*	Manto	2		
48	Convolvulaceae	*Ipomoea carnea*	Chok´obbkat	8		
49	Cycadaceae	*Zamia loddigesii*	Palmita	4	4	6
50	Cyperaceae	*Cyperus hermaphroditus*	Kabalxa´an	12		
51	Ebenaceae	*Diospyros verae-crucis*	Taúchya´	6		
52	Ebenaceae	*Diospyros yucatanensis*	Uchulche	6		
53	Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Palo de asta	7	2	3
54	Euphorbiaceae	*Hippomane mancinella*	Manzanillo	13	14	21
55	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	3	6	9
56	Euphorbiaceae	*Adelia barbinervis*	Puts-umukuy	2		
57	Euphorbiaceae	*Astrocasia tremula*	Kabal-p´ixt´olon	1		
58	Euphorbiaceae	*Enriquebeltrania crenatifolia*	Chiim took	6		

RAMBOLL

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Individuos x ha tipo SA	Individuos x ha tipo SP	Individuos estimados SP
59	Fabaceae	*Acacia cornigera*	Cornezuelo	18	16	24
60	Fabaceae	*Bauhinia jenningsii*	Tsimin	5		
61	Fabaceae	*Caesalpinia platyloba*	Chakte´kik	4		
62	Fabaceae	*Caesalpinia pulcherrima*	Caballero	5	4	6
63	Fabaceae	*Calliandra belizensis*	Barbas de viejo	4		
64	Fabaceae	*Clitoria ternatea*	Chi´kamch´o	1		
65	Fabaceae	*Crotalaria pumila*	Sakpet	23	20	30
66	Fabaceae	*Erythrina standleyana*	Chakmolche	3	2	3
67	Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cocoite blanco	2		
68	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Huatsim	18	18	27
69	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	8		
70	Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabin	13	14	21
71	Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Xyaaxk´aax	5		
72	Fabaceae	*Pithecellobium mangense*	Chakchucum	2		
73	Fabaceae	*Sophora tomentosa*	Frijolillo	7		
74	Fabaceae	*Swartzia cubensis*	Katal´oox	1		
75	Fabaceae	*Vigna elegans*	Kántsim	3		
76	Lygodiaceae	*Lygodium venustum*	Helecho	34	18	27
77	Malvaceae	*Hampea trilobata*	Mahahua, Sak iitsa'	23	10	15
78	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipancillo	29	20	30

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Individuos x ha tipo SA	Individuos x ha tipo SP	Individuos estimados SP
79	Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Sutup	6		
80	Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	1		
81	Meliaceae	*Trichilia hirta*	Sakch´obenche	5	2	3
82	Menispermaceae	*Cissampelos pareira*	Tsúts´uk	3		
83	Moraceae	*Brosimun alicustrum*	Ramón	7		
84	Moraceae	*Ficus padifolia*	Ficus	3		
85	Moraceae	*Ficus tecolutensis*	Alamo	4	4	6
86	Musaceae	*Musa paradisiaca*	Platano	1	2	3
87	Myrtaceae	*Psidium guajava*	Kolop	3		
88	Nolinaceae	*Beaucarnea pliabilis*	Ts´ipil, despeinada	3		
89	Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Chinela	5		
90	Piperaceae	*Piper auritum*	Acuyo	13	4	6
91	Poaceae	*Andropogon glomeratus*	Zacate espigas peludas	20	6	9
92	Poaceae	*Digitaria insularis*	Zacate espeso	28	32	48
93	Poaceae	*Eragrostis ciliaris*	Zacate ganadero	27	16	24
94	Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Bejuco	43	46	68
95	Poaceae	*Sporobolus virginicus*	Zacate de arena	25	28	42
96	Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Bob	3	2	3
97	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	3	2	3
98	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Tsi tsil che	2		
99	Polypodiaceae	*Microgramma nitida*	Tsos-ak	41	2	3

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Individuos x ha tipo SA	Individuos x ha tipo SP	Individuos estimados SP
100	Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Kabalchunup	78	108	160
101	Portulacaceae	*Portulaca halimoides*	Tsayochkan	16		
102	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Luumche	28	6	9
103	Rubiaceae	*Ernodea littoralis*	Ernodea	17	16	24
104	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Xcanan	18	28	42
105	Rubiaceae	*Morinda citrifolia*	Noni	3	4	6
106	Rubiaceae	*Exostema caribaeum*	Chaktsiis	2		
107	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Kibche	7		
108	Rubiaceae	*Hintonia octomera*	Kabalk´ax	4		
109	Rubiaceae	*Ixora coccinea*	Izoara	2		
110	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Ak´ank´ax	11		
111	Rutaceae	*Esenbeckia pentaphylla*	Tankas-che	4		
112	Rutaceae	*Zanthoxylon fraga*	Tankasche	3		
113	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Sak-pom	6	2	3
114	Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimito	1		
115	Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Zapote	1		
116	Simaroubaceae	*Picramnia andicola*	K´anchik´ninche´	1		
117	Simaroubaceae	*Suriana maritima*	Pantsil	14	8	12
118	Solanaceae	*Capsicum frutescens*	Piquin	5	12	18
119	Solanaceae	*Solanum verbascifolium*	Jaltomatillo	33	36	53
120	Solanaceae	*Solandra guttata*	Floripondio	1		
121	Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumo	4	4	6

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Individuos x ha tipo SA	Individuos x ha tipo SP	Individuos estimados SP
122	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	K´oochle	3		
123	Urticaceae	*Pilea microphylla*	Siisalxiw	28	24	36
124	Verbenaceae	*Lantana camara*	Peonia, Ikj´ilha´xiw	37	44	65
125	Verbenaceae	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	2	2	3
126	Verbenaceae	*Avicennia nitida*	Mangle negro	7		
127	Verbenaceae	*Callicarpa acuminata*	Pukin	8	8	12
128	Zygophyllaceae	*Guaiacum sanctum*	Guayacán	2		
					Totales:	**1,943**

Como se puede apreciar en el **Tabla IV.20,** la cantidad de especies y la cantidad individuos por ha tipo es diferente para el SA en donde se tiene una mayor cantidad de individuos por ha de cada especie que en el SP, esto denota que el sitio del proyecto está deteriorado, y solo en los casos donde las cantidades de individuos son mayores en ha tipo para el sitio del proyecto comparado con el sistema ambiental es para especies secundarias como es el caso de la *Lantana cámara, Solanum verbascifolium, Hamelia patens, Portulaca oleracea, Digitaria insulares*, entre otra una de las más importantes visualmente es el *Terminalia catappa* (Almendro) cuya densidad en la ha tipo para el sitio del proyecto es de 84 individuos, mientras que la densidad por ha tipo para el sistema ambiental es de solo 48, lo que confirma el grado de degradación del sitio que es mayor al sistema ambiental.

Especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Como se menciona en el Capítulo III de este documento, la NOM-059-SEMARNAT-2010 presenta un listado de las especies de flora y fauna silvestres bajo algún estatus de protección dentro de la República Mexicana, debido a que sus poblaciones están en riesgo. En el SP y AI, se encontraron tres especies enlistadas, las cuales se reportan en la **Tabla IV.21,** junto con su distribución y categoría de riesgo según dicha norma, así como el número estimado de individuos presentes en el SP y AI.

Tabla IV.21 Especies presentes para el SP y SA, comprendidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, su estatus y el número estimado de individuos presentes en el Sitio del Proyecto.

Género y especie	Nombre común local	Distribución	Categoría de riesgo	Individuos registrados
Thrinax radiata	Chit	No endémica	A	4
Conocarpus erectus	Mangle botoncillo	No endémica	A	18
Zamia loddigesii	Palmita	No endémica	A	2
Pseudophoenix sargentii	Palma kuka	No endémica	A	Ausente en SP
Laguncularia racemosa	Mangle blanco	No endémica	A	Ausente en SP
Cedrela odorata	Cedro	No endémica	Pr	Ausente en SP
Beaucarnea pliabilis	Ts´ipil, despeinada	Endémica	A	Ausente en SP
Guaiacum sanctum	Guayacán	No endémica	A	Ausente en SP

Especies de interés biológico

Se registraron 13 especies de interés biológico en el SP y AI, una perteneciente a la Familia Arecaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Polygonaceae, Sapotaceae, Verbenaceae, dos de la Familia Moraceae y cinco de la familia Fabaceae (**Tabla IV.22**). Estas especies ayudan a la formación y retención de suelo y materia orgánica, y proporcionan alimento a la fauna del sitio y, en algunos casos, sirven de protección y anidación para la misma.

Tabla IV.22 Especies de interés biológico registradas en el Sitio del Proyecto y Área de Influencia

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma vital
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Cocotero	Arbustiva
Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	Pochote	Arborea
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Siricote	Arborea
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	Katal´oox	Arborea
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	Arborea
Fabaceae	*Pithecellobium mangense*	Chakchucum	Arborea
Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Xyaaxk´aax	Arbustiva
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Huatsim	Arborea
Moraceae	*Brosimun alicustrum*	Ramón	Arborea

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma vital
Moraceae	*Ficus padifolia*	Ficus	Arborea
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	Arbustiva
Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	Arborea
Verbenaceae	*Avicennia nitida*	Mangle negro	Arbustiva

Especies utilizadas en la Región

Las especies vegetales cultivadas y silvestres tienen diversas utilidades para las poblaciones adyacentes al SP y AI, que dan como resultado una relación única que se compone de dos conjuntos de elementos, por un lado el bagaje cultural y social, aunado a los gustos y preferencias personales y por el otro, el medio físico que rodea a las personas. Esta combinación es, por lo tanto, particular para cada sitio. Dentro de las especies presentes en el SP y AI, las que tienen algún interés por su utilidad son el Cocotero (*Cocos nucifera*) y Huatsim, (*Leucaena leucocephala*) (**Fotografía 4.6** y **4.7**), que son Arecaceae y Fabácea muy apreciada la primera por su fruto, así como por su sombra y para ornato, y la segunda por su fruta y como especie forrajera en época de sequía, además el Almendro (*Terminalia catappa*) (**Fotografía 4.8**), cabe hacer mención que en la localidad se aprovecha como ornato, sombra y sus frutos son de interés biológico por ser consumidos por la fauna local, además en la región existe un gran conocimiento sobre las cualidades de muchas de las especies ya sea como alimentarias, medicinales, ornato, de construcción e incluso psicotrópicas como es el caso del Manto (*Ipomoea alba*)., Zamora et al (2009), menciona en su trabajo Flora útil y su manejo en el cono sur del estado de Yucatán, menciona 132 especies útiles en 14 categorías de uso, de estas especies, 79 son medicinales, 31 se usan para la construcción, 17 son melíferas, 12 se usan como combustible, 12 son comestibles, nueve se emplean como cercos, entre otras, además de los trabajos de Anderson, et al (2005). Las plantas de los mayas: Etnobotánica en Quintana Roo, Arellano et al (2003). Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán, entre los mas importantes donde se menciona un gran número de usos para las diferentes especies tanto de árboles, arbustos y herbáceas.

Fotografía 4. 6. Cocotero, Cocos nucifera, especie aprovechada en la región el fruto, además sirve para anidación y percha de aves.

Fotografía 4. 7. Huatsim, Leucaena leucocephala, especie aprovechada en la región mediante la recolección de frutos y nopalitos.

Fotografía 4.8. Almendro *Terminalia catappa*, especie aprovechada en algunas regiones para la obtención de semilla, proporciona sombra y es la fauna silvestre.

Conclusión del indicador ambiental Vegetación:

- En el SA el tipo de vegetación predominante es la Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subperennifolia, además de extensiones menores de Manglar, Selva Mediana Subperennifolia y usos no forestales del suelo como son sin vegetación aparente, urbano construido y cuerpos de agua. Mientras que el SP y AI presentan vegetación del Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subperennifolia y urbano construido.

- Las especies encontradas en el SP, se dividen en cinco formas vitales, siendo la herbácea, la más abundante con 33 especies, seguida por la arbustiva con 20 especies, la arbórea con 11 especies, la epífita con 3 y la trepadora con dos representantes. De las especies encontradas, el almendro es la de mayor importancia tanto en dominancia visual como numérica, seguida del Pits (Sac-chacah), por la gran cantidad de individuos, estas dos especies se pueden considerar indicadoras de sitios perturbados.

- En el SP y AI se encontraron tres especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Thrinax radiata, Conocarpus erectus y Zamia loddigesii. Además en el SA se encontraron otras cinco

especies que no están presentes en el SP, las cuales son Pseudophoenix sargentii, Laguncularia racemosa, Cedrela odorata, Beaucarnea pliabilis y Guaiacum sanctum

- Se registraron 13 especies de interés biológico en el SP y AI. Estas especies ayudan a la formación y retención de suelo y materia orgánica, y proporcionan alimento a la fauna del sitio y, en algunos casos, sirven de protección y anidación para la misma.

IV.3.1.2.2Caracterización de la Fauna

México, es uno de los países de mayor diversidad biológica del mundo, no sólo por poseer un alto número de especies, que es la noción más común de biodiversidad, sino por su diversidad en otros niveles de la variabilidad biológica, como genética y el de ecosistemas. Se estima que el país se encuentra entre un 10 y 12 % de las especies conocidas por la ciencia (Ramamoorthy *et al*., 1998). La extraordinaria diversidad faunística del país se debe principalmente por la complejidad de su accidentada topografía, la variedad de climas y la convergencia de dos regiones biogeográficas, como son la neártica y la neotropical (Álvarez y De Lachica, 1991; Flores y Gerez, 1994). Por lo tanto, nuestro país en comparación con los países americanos posee más especies de vertebrados, y su porcentaje de endemismo es muy elevados con relación a otros países; este oscila entre el 10.4 y el 58.9 %, mientras que en otros países del Continente Americano oscilan entre el 0.5 y el 28.4 %. La importancia de la diversidad biológica de México, destaca más por el número total de especies y por el porcentaje de endemismo que hay en el país (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo 1993). Casi un tercio de las especies de mamíferos terrestres son endémicas del país y la mayoría pertenece al Orden Rodentia (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo 1993).

El Sistema Ambiental (SA), se encuentra en la región Neotropical (Álvarez y De Lachica, 1991), de acuerdo a la regionalización zoogeográfica de Álvarez y De Lachica (1991), incluye el bosque templado y bosques tropicales (la selva húmeda tropical y subtropical). Particularmente dentro de la regionalización zoogeográfica en la que se divide nuestro país, se incluyen provincias bióticas; el SA se encuentra ubicada dentro de la Provincia Biótica Peten, que limita al oeste con la cuenca del Río Coatzacoalcos, al sureste por la cuenca del Río Motagua en Guatemala y hacia el sur con el macizo montañoso del Núcleo Centroamericano, a 1,500 m., las condiciones de ambientes de selva, cuerpos de agua representan situaciones idóneas para que exista una gran diversidad de grupos faunísticos. Sin embargo, las modificaciones asociadas a los cambios de uso del suelo y cacería de auto subsistencia, han originado reducción de las poblaciones naturales y la casi extinción local de mamíferos mayores.

Para ejemplificar, la regionalización zoogeográfica en la que se divide nuestro país, en la **Figura IV.21**, se presenta de manera gráfica la ubicación del SA, el estado de Quintana Roo y el sitio del proyecto

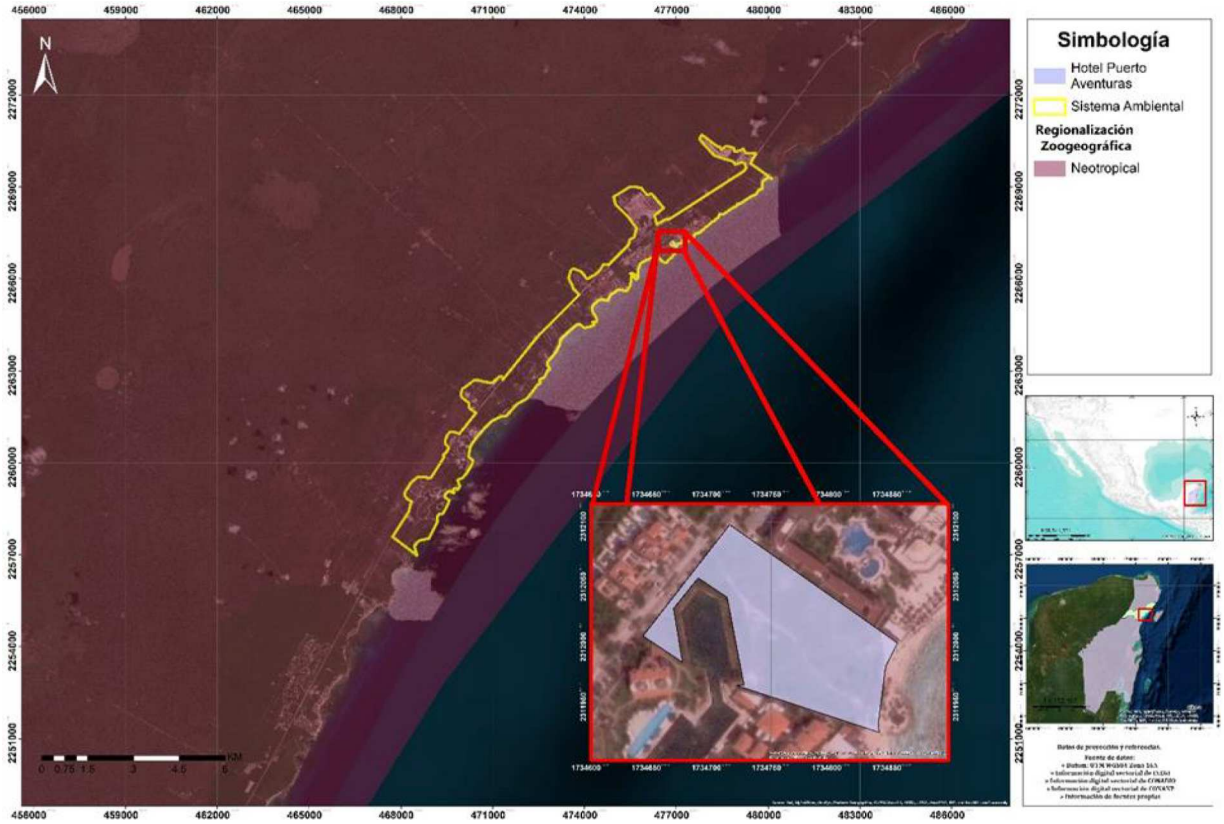


Figura IV.21 Regionalización zoogeográfica de México, ubicación general del estado de Quintana Roo, y del SA y el sitio del Proyecto

Zoogeografía

Entre los sistemas más usados para dividir el territorio de acuerdo con sus biotas, encontramos las llamadas "Regiones Naturales", las cuales están basadas en factores climáticos, geológicos, edáficos y biológicos.

La variación climática y de vegetación favorece la presencia de múltiples macro y microhábitat a nivel estatal y a nivel del SA. En el SA por su ubicación geográfica en la parte sur este del país, es posible encontrar fauna terrestre exclusivamente neotropical o entremezclada con aquella de carácter transicional y/o compartido (ej. *Ctenosaura similis, Iguana iguana, Zenaida asiática, Columbina passerina, Picoides scalaris* y *Didelphis marsupialis*) -Álvarez y de Lachica, 1991-, sin descartar aquellas especies que suelen ser abundantes a nivel neotropical. En la **Figura IV.22**, se representa de manera esquemática el estado de Quintana Roo, con las provincias biogeográficas a nivel estatal en donde se puede observar que el SA se encuentra ubicado dentro de la Provincia Biótica Peten.

El reconocimiento de la Península de Yucatán como provincia biogeográfica ha sido tratado por varios autores desde el siglo pasado. Todos coinciden en la segregación biótica de la península del resto de las áreas de Centro y Norteamérica y frecuentemente se le atribuye una mayor afinidad hacia la flora antillana, particularmente con el occidente de Cuba. A ese respecto, Espejel (1987) hizo un estudio de la distribución de 237 especies de plantas vasculares encontrando que su flora está compuesta de dos elementos básicos, el Caribeño y el del Sur de México y América Central. Sin embargo, desde el trabajo de Barrera (1964), se ha destacado la división de la Península de Yucatán en dos áreas, una hacia el noroeste y otra hacia el sureste. El criterio utilizado originalmente para separar estas provincias fue el cambio de fisonomía de la vegetación entre el noroeste de la península, donde domina la vegetación caducifolia y subcaducifolia. y la del sureste de la misma, donde domina la vegetación subperennifolia y perennifolia.

La provincia de Petén tiene seis especies endémicas, cinco vegetales, Lysiloma candida (Fabaceae), *Pithecellobium graciliflorum, P. sonorae, Plumeria obtusa* (Apocynaceae) y *Thevetia gaumeri,* y un ave *Melanerpes rubricapillus* (Piciformes: Pieidae).

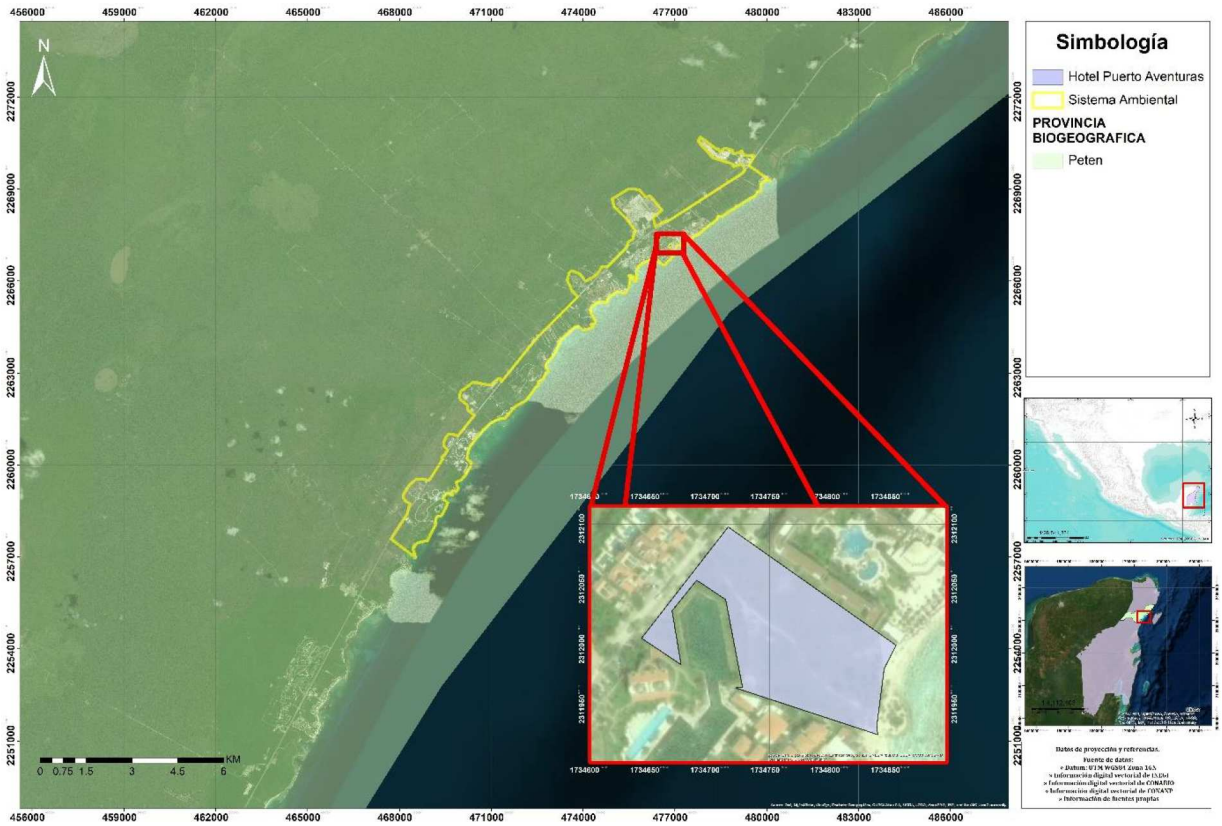


Figura IV.22 Provincias biogeográficas en las que se encuentra el sitio del Proyecto a nivel regionalización zoogeográfica

Registros faunísticos para el estado y municipios cercanos al sitio del Proyecto

Abundancia relativa de cada grupo Zoológico.

La estimación de la abundancia relativa de especies, es uno de los objetivos del levantamiento faunístico. Particularmente en lo que respecta al grupo reptiles se utilizó el método propuesto por Lazcano-Barrero *et al.,* 1992, esto de acuerdo al número de individuos registrados mediante el recorrido de los transectos lineales sin estimar distancia. Para estimar la abundancia en aves el método utilizado fue el propuesto por González-García, F., 1992; Bibby *et al*., 1992; Navarro y Benítez, 1993. La abundancia en mamíferos se estimó mediante el número de las trampas empleadas y el número de ejemplares capturados para cada una de las especies (ver la metodología de avistamiento y captura de vertebrados acuáticos y terrestres presentes en el predio.

La abundancia relativa de los cuatro grupos de vertebrados registrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), indica que las especies con abundancia rara son 7 especies, las especies comunes con 32 y por último tenemos a las especies abundantes con 22 registros. Tal comportamiento parece congruente ya que, por la temporada del año y época, influye en la presencia de una mayor abundancia de la fauna, ya que algunas de las especies buscan sitios con fuentes permanentes del líquido o alimento, que en este caso se encontró en fructificación varias especies vegetales en el SP.

Puesto que la afectación va a ser puntual en el predio solicitado para la implantación del Proyecto, se considera hacer mención de la fauna presente en el predio y sus alrededores (SA), Ya ha sido afectada por los desarrollos turísticos, comerciales y habitacionales y que la vegetación se considera secundaria o en muchos casos el uso de suelo es urbano y solo se tienen algunos individuos de árboles para sombra o adorno, se considera que la fauna no va a ser afectada por la implementación del Proyecto.

Por lo tanto, la fauna que se distribuye en el predio fue registrada vía muestreos diurnos y nocturnos, así como de recorridos realizados mediante transectos, el registro es el PMFPA01 y PMFPA02 los otros dos sitios de observación (PMFPA03 y PMFPA04) son en el SA, la metodología y coordenadas de dichos sitios se describe en el Anexo 4.5.

Los transectos se hicieron de manera lineal en los diferentes sitios. Durante los recorridos diurnos, se pudo verificar que la vegetación que domina en el predio es de Vegetacion Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperinifolia y en el SA corresponde tambien a la Vegetacion Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperinifolia (VSASBC), compuesto principalmente de especies tales como: Almendro (*Terminalia catappa*), Pits, Sac-chacah (*Dendropanax arboreus*), Alamo (*Ficus tecolutensis*), Huatsim (*Leucaena leucocephala*), Pochote (*Ceiba pentandra*, Siricote (*Cordia dodecandra*), Chacah (*Bursera simaruba*), Nakas (*Coccothrinax readii*) y Sak-pom (*Cupania dentata*.

El trabajo en campo consistió en la selección y realización de cuatro puntos de muestreo (PMFPA). La selección de estos PM, estuvieron determinados por las condiciones en las que se encontraba la vegetación, como cobertura vegetal, presencia de cuerpos de agua en caso de existir o posibles escurrimientos, evidencia de la existencia de algún tipo de refugio de fauna y de evidencias indirectas. En el **Tabla IV.23**, se presentan las coordenadas en UTM de cada uno de los puntos de muestreo, así como el tipo de vegetación que se presenta y el número de individuos registrados para cada uno de los puntos de muestreo (por grupo y punto de muestreo).

Tabla IV.23 Puntos de muestreo (PMVFPA) establecidos para el registro faunístico en el sitio del Proyecto y sus alrededores

PM	Coordenadas UTM		Número de individuos registradas				
	X	Y	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
PMVFPA01	476826	2267132	3	11	39	37	90
PMVFPA02	476971	2267093	1	6	38	18	63
PMVFPA03	475367	2265921	1	11	30	32	74
PMVFPA04	476965	2267671	1	12	51	33	97
Registros indirectos (entrevistas)				2	2	1	
Total			**6**	**40**	**158**	**120**	**324**

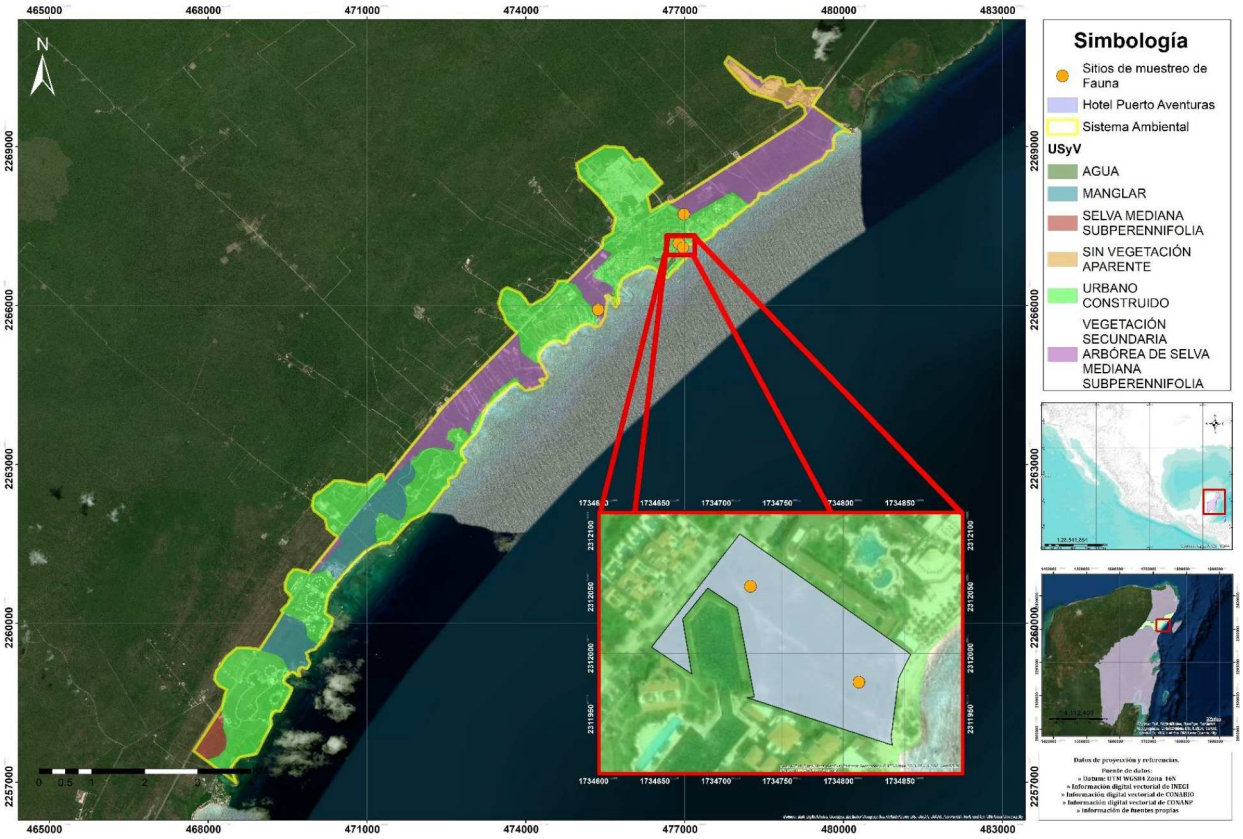


Figura IV.23 Ubicación de los Puntos de Muestreo (PM) efectuados durante el trabajo de campo para los muestreos faunísticos

Descripción de la fauna silvestre registrada en el Sitio del Proyecto y Sistema Ambiental por puntos de muestreo (PM)

Derivado del trabajo de campo, se obtuvo un registro total de 61 especies, distribuidas en 39 familias y 58 géneros, de las cuales se encontraron dos anfibios, nueve corresponden a especies de reptiles, 32 de aves y 18 de mamíferos (Ver **Anexo 4.7**). En la **Figura IV.24**, se representa el total de registros (familias, géneros y especies), por grupo zoológico; mientras

En la **Figura IV.25**, se representa el porcentaje de cada uno de los grupos registrados en el sitio del proyecto y sus alrededores. El punto donde se generó el mayor número de registros, fue el punto de muestreo 4 (PMFPA04), localizado en la parte noreste del SA del Proyecto; en él se registró de manera directa la presencia de 97 individuos: (i) 1 anfibios, (ii) 12 reptil, (iii) 51 aves y (iv) 33 mamíferos, también es el sitio con mayor cantidad de especies el número de especies para este sitio fue de 42. En el punto de muestreo 1 (PMFPA04) se registraron 90 individuos: (i) 3 anfibios, (ii) 11 reptil, (iii) 39 aves y (iv) 37 mamíferos, que fue el sitio con mayor cantidad de mamíferos de todos, el número de especies para este sitio fue de 46; mientras que el punto de muestreo 3 (PMFPA03), fue el sitio en donde se llevó a cabo, el tercer mejor registro de individuos con 64, (i) 1 anfibios, (ii) 11 reptil, (iii) 30 aves y (iv) 32 mamíferos; En el punto de muestreo 2 (PMFPA02) quedo en cuarto lugar en cuanto al número de registros, se registraron 63 individuos: (i) 1 anfibios, (ii) 6 reptil, (iii) 38 aves y (iv) 18 mamíferos, el número de especies para este sitio fue de 32; este sitio fue el que menor número de registros de fauna presento, esto se debe a que es el sitio más perturbado de los elegidos para el muestreo de fauna, es posible que la baja densidad de vegetación inhiba el traslado de la fauna o como zona de alimentación, pues la cantidad de mamíferos es mucho menor que la registrada en los demás sitios, el punto uno y dos se encuentran en el sitio del proyecto y el tres y cuatro se encuentran en el SA, hay que recordar que todo el SA está fuertemente perturbado y humanizado y es posible que por ese motivo no se tenga el registro de grandes mamíferos o depredadores.

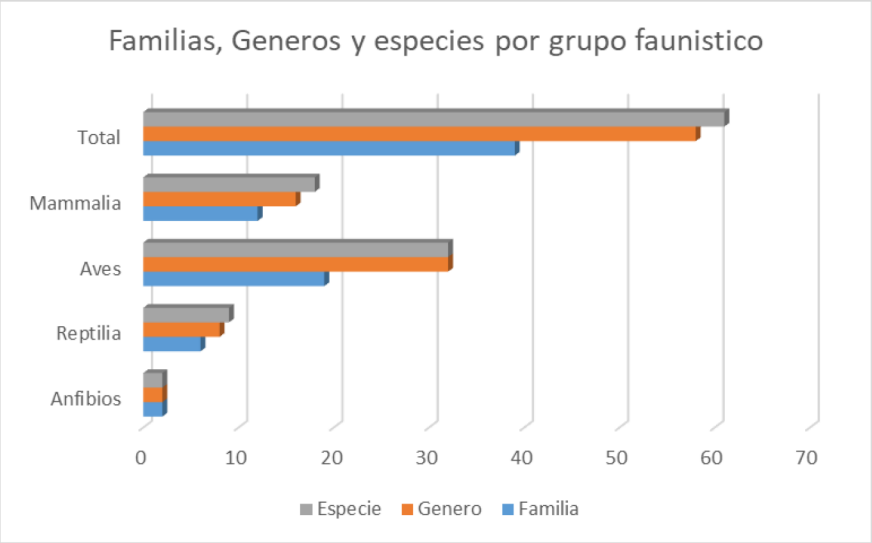


Figura IV.24 Total de registros efectuados por grupos zoológicos registrados en el sitio del Proyecto y su Sistema Ambiental

Figura IV.25 Porcentaje de registros totales por grupos zoológicos

El total de registros efectuados dentro de los polígonos del sitio del Proyecto fue de 324, de los cuales el grupo más numeroso corresponde al de aves con 158 registros, seguido por mamíferos

con 120 registros y los reptiles con 40 registros de individuos, por último se encontraron seis individuos de anfibios. Es importante mencionar que de manera indirecta a través de entrevistas a los pobladores, hicieron mención de la presencia dentro del SA del Tepezcuintle (*Cuniculus paca*) y el zorrillo (*Spilogale putorios*), y si se pudieron registrar de manera indirecta a través de las cámaras fototrampa para el caso del tepezcuintle y de solo observación para el zorrillo, se mencionó la presencia de Ocelote (*Leopardus pardalis*), Tigrillo (*Leopardus wiedii*) además del Oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y el Tapir (*Tapirus bairdii*), pero no se mencionan en el presente documento ya que no se encontraron indicios o fueron captados por las cámaras fototrampas ni vistos durante los recorridos efectuados en el SA y sitio del proyecto.

En la **Figura IV.26**, se representa de manera gráfica la fauna registrada por punto de muestreo, donde se observa una clara dominancia del grupo de las aves, seguida del grupo de los mamíferos, colocándose en el tercer lugar en cuanto a registros a los reptiles, los anfibios son el último lugar como se aprecia, debido a la ausencia de cuerpos de agua dulce. Se muestra un mayor número de registros faunísticos en los puntos de muestreo 4, 1 y 3. También se presenta graficado el número de registros indirectos que se obtuvieron por medio del registro en campo a través de los comentarios de la población, así como de los informantes en campo.

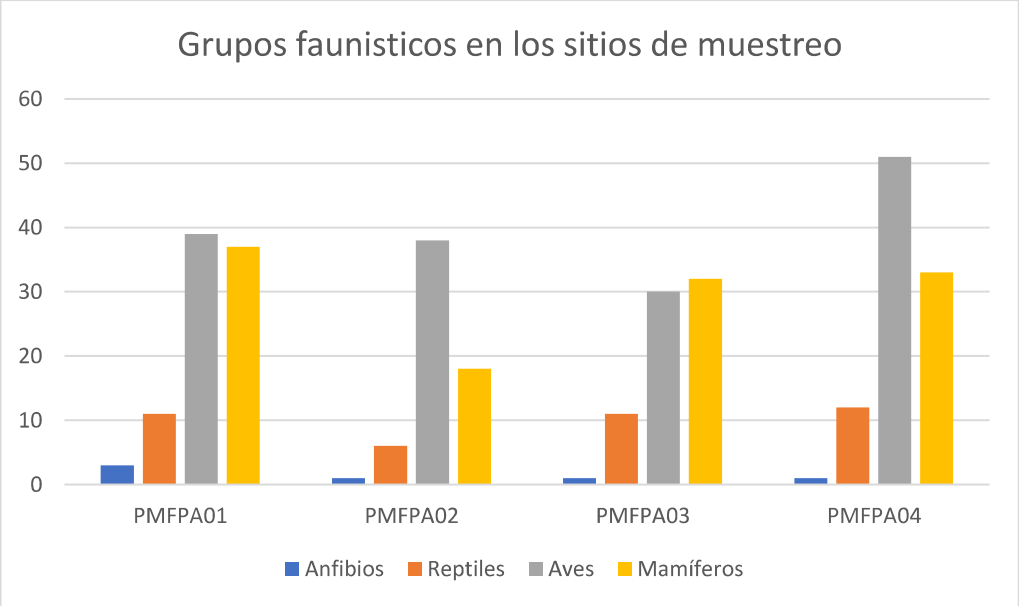


Figura IV.26 Registros faunísticos por cada uno de los puntos de muestreo realizados dentro del sitio del Proyecto y su Sistema Ambiental

Especies endémicas registradas

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), una especie endémica es "aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce soberanía y jurisdicción". En una expresión más sencilla, cuando se llama a una especie endémica de cierta región, se quiere decir que sólo es posible encontrarla en ese lugar (Navarro y Benítez, 1993).

De las 61 especies de vertebrados registradas en campo, se tiene que sólo tres especies son endémicas exclusivas del país, lo que representa el 1.8 % de la fauna registrada, tal es el caso de Lagartija espinosa azul (*Sceloporus serrifer*), Paloma ala blanca (*Zenaida asiática*) y Tejón ó Coatí (Nasua narica) las cuales también se incluyen en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con categoría de

Amenazada, además sin tener estatus de endemismo se tiene a Sapo excavador mexicano (*Rhinophrynus dorsalis*), con estatus de protección especial, de los reptiles a la Iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*), la Iguana verde (*Iguana iguana*) con estatus de amenazada del grupo de aves al Loro frentiblanco (*Amazona albifrons*) y el Perico pechisucio (*Aratinga nana*) y de los mamíferos no se encontraron mas que al Tejón ya mencionado lo que da una lista de 8 especies de las 61 registradas por lo que se tiene un porcentaje de 13.11%.

Abundancia relativa de cada grupo zoológico

La estimación de la abundancia relativa de especies es uno de los objetivos del levantamiento faunístico. Particularmente en lo que respecta al grupo de reptiles, se empleó el método propuesto por Lazcano-Barrero *et al.,* 1992, esto de acuerdo al número de individuos registrados mediante el recorrido de los transectos lineales. Para estimar la abundancia en aves, el método utilizado fue el propuesto por González-García, F., 1992; Bibby *et al*., 1992; y Navarro y Benítez, 1993. Mientras que la abundancia en mamíferos se estimó mediante el número de las trampas empleadas y el número de ejemplares capturados para cada una de las especies

Los resultados obtenidos en los cuatro grupos de vertebrados (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos), indican que las especies con abundancia rara son siete (7), seguidas por las abundantes, que son 22 y por las especies comunes que son 32. En la **Figura IV.27**, se presenta la abundancia relativa total (abundante, común y rara) de las especies registradas y en la **Figura IV.28**, la abundancia relativa por cada uno de los grupos de vertebrados registrados dentro del sitio del Proyecto.

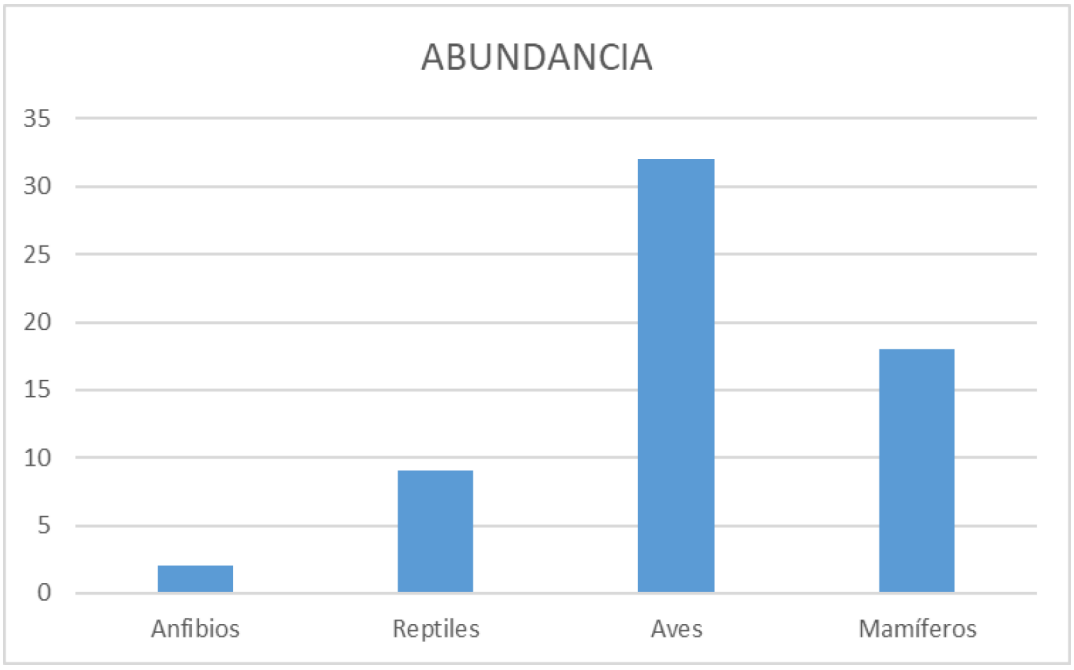


Figura IV.27 Abundancia relativa total de las especies registradas en el sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental

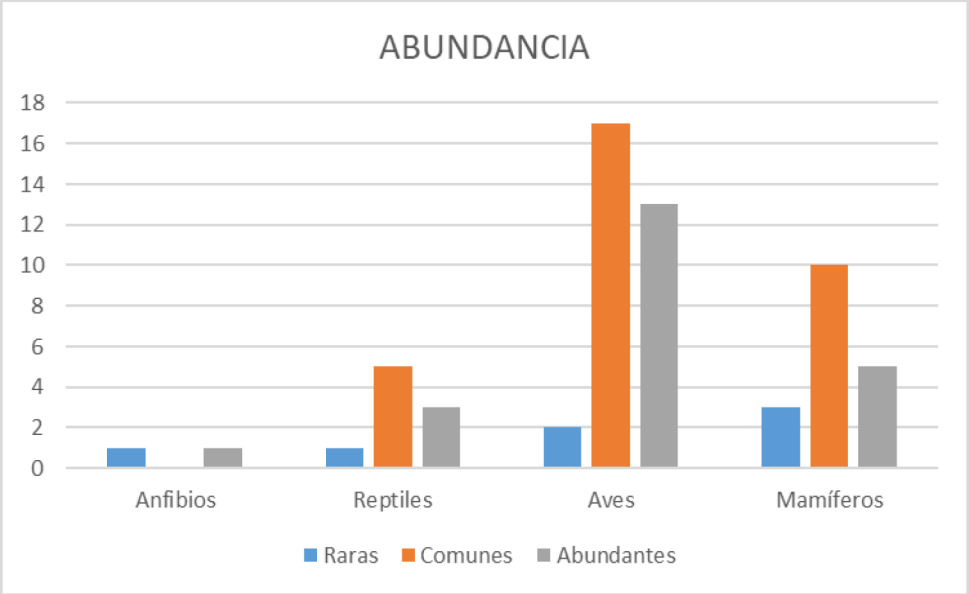


Figura IV.28 Abundancia relativa por grupo faunístico registrado en el sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental

Frecuencia de ocurrencia

La frecuencia de ocurrencia para los muestreos efectuados en el Sitio del Proyecto y su àrea de influencia de los cuatro sitios de muestreo, presenta que la abundancia total corresponde a 324 individuos, pertenecientes a 61 especies. La mayor frecuencia de ocurrencia de las diferentes especies se presentó en el punto de muestreo PMFPA04 5 con 97 individuos; seguida del PMFPA01 y PMFPA03, con 90 y 74 individuos, respectivamente, correspondientes a 46, y 35 especies; mientras que la zona de muestreo que menor frecuencia presento, fue el PMFPA02 con 63 individuos de 32 especies. En la **Figura IV.29**, se presenta la riqueza de individuos para cada una de las especies registradas por PM para el sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental

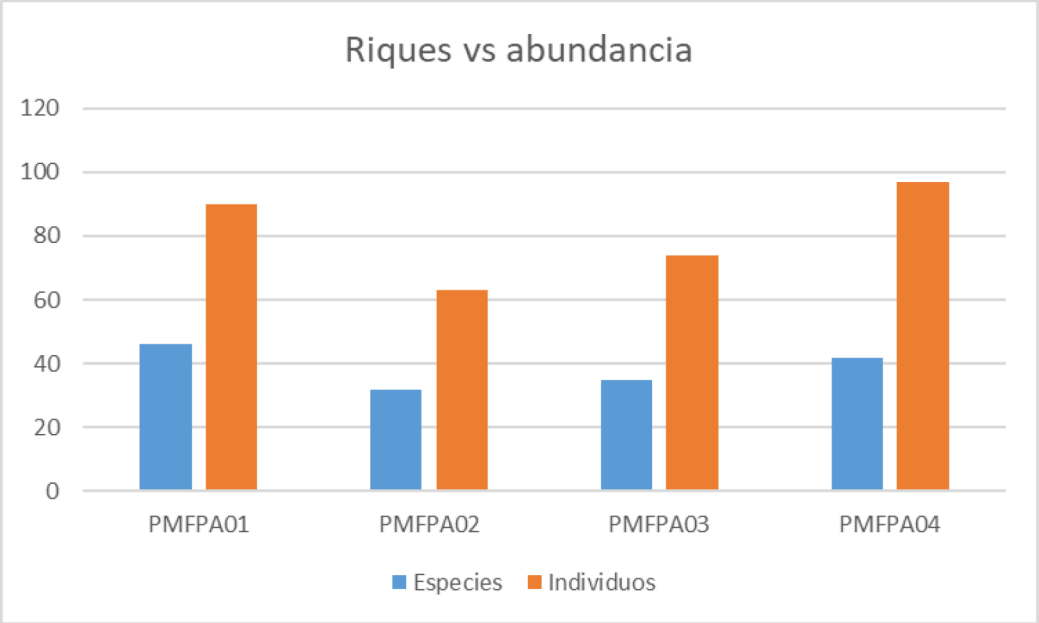


Figura IV.29 Riqueza de individuos y especies registrados por punto de muestreo (PM) dentro del sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental

Es importante mencionar, que la frecuencia de ocurrencia puede variar de acuerdo con el número de muestreos y sus intervalos de tiempo en los cuales éstos se llevan a cabo, ya sea de manera semanal, mensual, bimestral, trimestral o estacional por uno o más años. Hay que tomar en consideración que de acuerdo a la bibliografía de la zona, se reportan especies cuya distribución contempla el SA. Sin embargo, durante el trabajo de campo para muchas de ellas no fue posible su registro, esto posiblemente a la perturbacion del sitio del proyecto y del SA, ademas que los registros regionales se han hecho en zonas selbaticas, bien conservadas y poco humanizadas por su dificil acceso, estas ademas estan fuera del SA y los registros se han hecho en el lapso de mucho tiempo.

Índice de Shannon

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener, se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede afirmar que la riqueza de especies para los diferentes hábitats presentes en todo el SA, es variable, pero el resultado es de 3.85, por lo que el SA se considera diverso, si estos datos se comparasen con solo los muestreos del sitio del proyecto cuyo valor es de 3.81, se puede afirmar que se tiene una mayor diversidad en el SA que en el sitio del proyecto, aunque es muy poca la diferencia entre ambos, esto se debe a que la mayoría de las

especies tienen gran movilidad y/o tienen una densidad alta como es el caso de roedores, reptiles y anfibios lo que los hace comunes o abundantes, como fue la mayoría de los casos registrados.

En el **Tabla IV.25** se pueden ver los valores obtenidos para Riqueza y Abundancia (Índice de SIMPSON e Índice de SHANNON).

Permanencia o estacionalidad

El estatus de permanencia o estacionalidad se define, como el tiempo que permanece la especie en el área, o la temporada en la que se le puede observar con mayor probabilidad. Sin embargo, esto no es limitativo, ya que algunas especies modifican esta situación por condiciones tales como el clima, o se presentan como casos fortuitos en el área o fuera de la temporalidad. En términos generales, en un ecosistema existen condiciones específicas que permiten el establecimiento, desarrollo y distribución de determinadas especies de flora y fauna (Garza-Herrero *et al*., 2004).

Al respecto, el grupo de los reptiles y anfibios suele ser residente, debido a patrones de conducta de tipo territorial, estivación o hibernación, cuando las condiciones climáticas son desfavorables (calor o frio extremo). En general, la actividad diaria y anual de reptiles está determinada por la temperatura, foto período, precipitación (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998) y por la disponibilidad de alimento, depredación y competencia intra e interespecífica (Lister y García, 1992). La disminución de la actividad de algunos reptiles es consecuencia de la baja disponibilidad relativa de alimento y/o la presencia de parches abiertos en la vegetación (fragmentación), lo que las hace más vulnerables a la depredación (ej. *Anolis sp. Ctenosaura sp* ó *Iguana* sp.), aunque en algunas ocasiones, ciertas especies se ven favorecidas por la fragmentación de la vegetación, especialmente las lagartijas (ej. *Sceloporus* sp.). Respecto al grupo de las aves, el estatus de permanencia de la mayoría de ellas es de tipo residente (viven, se alimentan y se reproducen en la misma región), con un número menor de especies visitantes de invierno y/o verano (cuando las condiciones ambientales son desfavorables, ciertas especies se desplazan a otra región con condiciones favorables para alimentación y reproducción), o transitorias (cuando las aves visitan cierto lugar solo de manera temporal, para alimentarse y descansar). El grupo de los mamíferos al igual que los reptiles y aves, son residentes, ya que tienen un lugar permanente de alimentación, guarida y reproducción, la única diferencia es la capacidad de desplazamiento, ya que inclusive algunas especies de tamaño mediano y grande se suelen desplazar varios kilómetros en busca de alimento y refugio en cualquier época del año, especialmente durante la noche.

En las columnas del **Tabla IV.24** y en el **Anexo 4.7**, se presenta la estacionalidad para cada una de las especies registradas en el sitio del Proyecto y en la **Figura IV.30**, se muestra de manera gráfica el porcentaje de estacionalidad y/o estatus migratorio del total de registros faunísticos detectados.

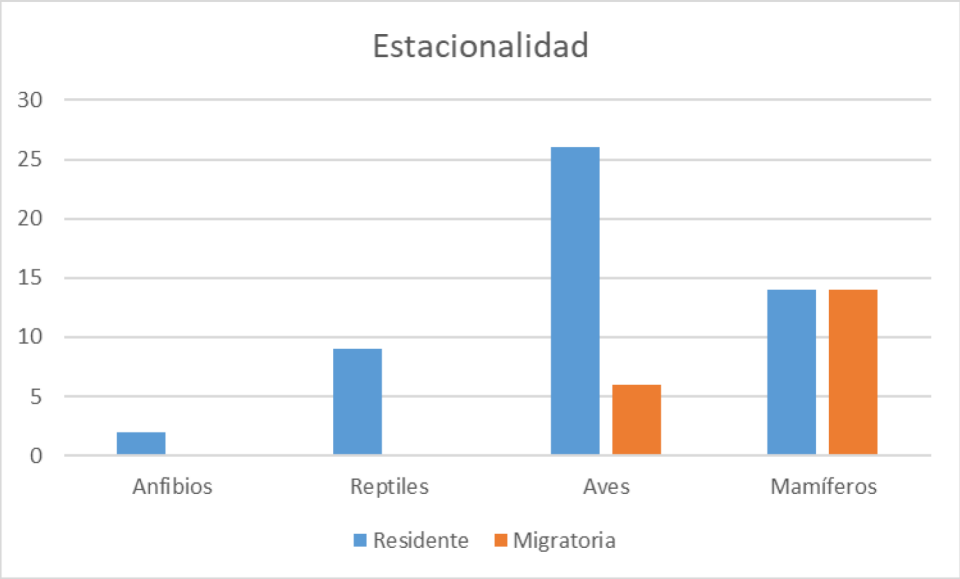


Figura IV.30 Valores de estacionalidad y/o estatus migratorio de la fauna registrada en el sitio del Proyecto y sus alrededores

Tabla IV.24 Número de individuos según su estacionalidad por grupo vertebrado

Estacionalidad	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Residente	2	9	26	14	51
Migratorio			6	4	10

Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Del total de especies registradas (61), solo ocho (8) de ellas, están incluida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies son: Sapo excavador mexicano (*Rhinophrynus dorsalis*) con estatus de Protección Especial (Pr), Iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) con estatus de Amenazada (A), Iguana verde (*Iguana iguana*) con estatus de Protección Especial (Pr), Lagartija espinosa azul (*Sceloporus serrifer*) estatus de Amenazada (A), Tórtola coquita (*Columbina passerina*) con estatus de Amenazada, Loro frentiblanco (*Amazona albifrons*) con estatus de Protección Especial, Perico pechisucio (*Aratinga nana*) con estatus de Protección Especial y Tejón, Coatí (*Nasua narica*) con estatus de Amenazada. En la **Figura IV.31**, se presentan los mapas de distribución para dichas especies (CONABIO, 2012).

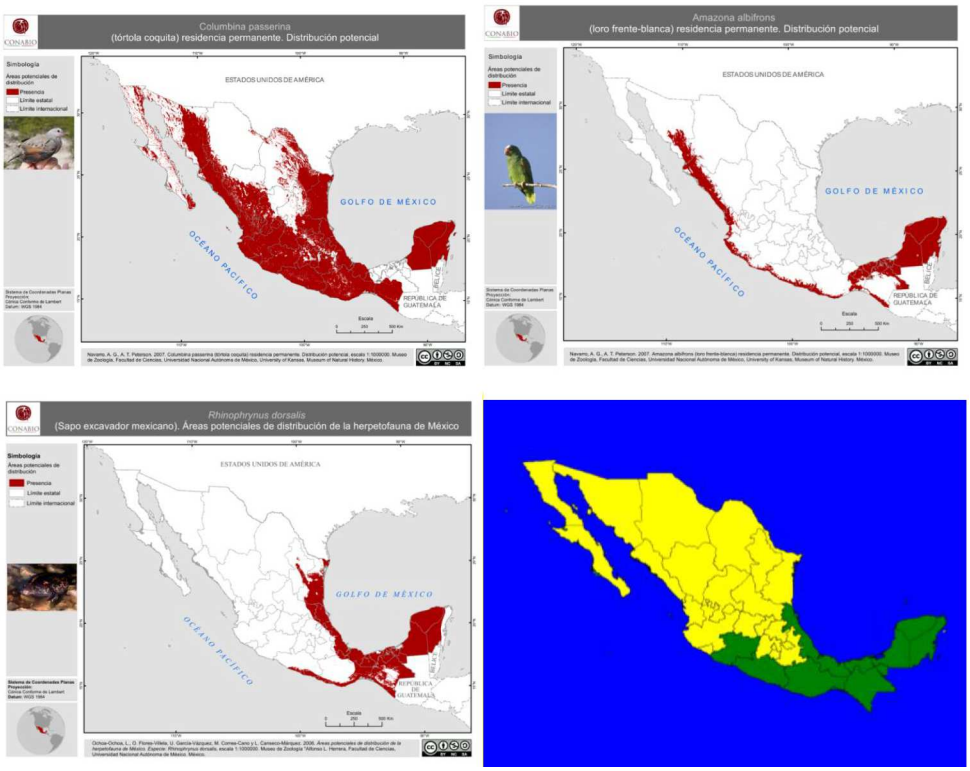


Figura IV.31 Mapas de distribución de las especies Columbina passerina, Amazona albifrons, Rhinophrynus dorsalis y Ctenosaura similis registradas en campo para el sitio del Proyecto y su Área de Influencia, incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONABIO, 2012).

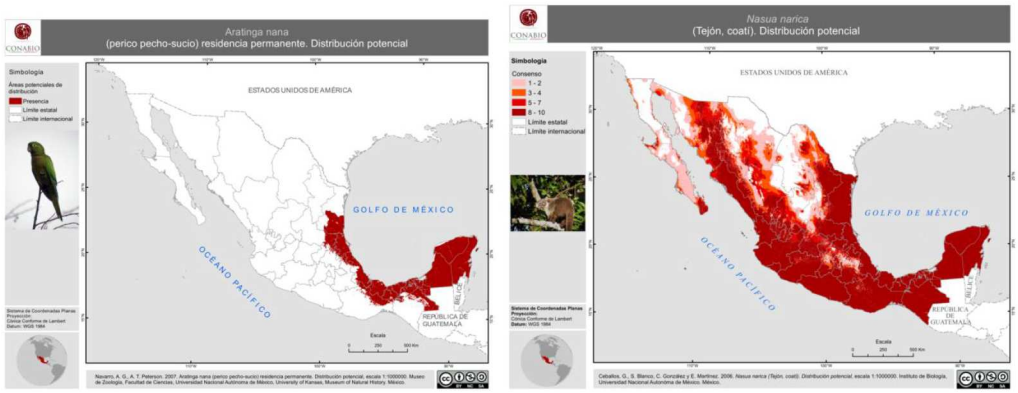


Figura IV.32 Mapas de distribución de las especies Aratinga nana y Nasua narica registradas en campo para el sitio del Proyecto y su Área de Influencia, incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONABIO, 2012).

Tabla IV.25 Valores obtenidos para la fauna registrada en el SP y SA de Riqueza, Abundancia Índice de SIMPSON e Índice de SHANNON

Nombre científico	Nombre común	Nombre maya	Riqueza (H)	Abundancia Total	pi^2 (Indice SIMPSON)	H´ (Indice SHANNON)
Trachycephalus typhonius	Rana arborícola lechosa		0.1112	0.0196	0.0004	0.08
Rhinophrynus dorsalis	Sapo excavador mexicano		0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Oxybelis fulgidus	Culebra bejuquilla verde		0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Basiliscus vittatus	Toloque rayado		0.1613	0.0327	0.0011	0.11
Anolis rodriguezii	Anolis liso del sureste		0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Anolis sagrei	Abaniquillo pardo		0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Ctenosaura similis	Iguana negra de cola espinosa		0.1112	0.0196	0.0004	0.08
Iguana iguana	Iguana verde		0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Sceloporus serrifer	Lagartija espinosa azul		0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris		0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Aspidoscelis angusticeps	Huico yucateco		0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Herpetotheres cachininans	Halcón guaco	Kos	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Ardea alba	Garza blanca	Sac No Hoch Bok	0.0474	0.0065	0.0000	0.03

Nombre científico	Nombre común	Nombre maya	Riqueza (H)	Abundancia Total	pi^2 (Indice SIMPSON)	H´ (Indice SHANNON)
Passerina caerulea	Colorín azul		0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Coragyps atratus	Zopilote común	Boox Pool Ch´om	0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	Sac Pakal	0.1374	0.0261	0.0007	0.10
Columbina passerina	Tórtola coquita	Mucuy	0.1374	0.0261	0.0007	0.10
Arremonops rufivirgatus	Gorrión oliváceo	X´pokin	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Sporophila torqueola	Semillero collarejo		0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Volatinia jacarina	Semillero brincador	Dziu	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Euphonia hirundinacea	Euphonia garganta amarilla	Chi Chin Bacal	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	Cutzam	0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Petrochelidon fulva	Golondrina pueblera	Cutzam	0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	X´kau	0.2226	0.0523	0.0027	0.15
Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	Dziu	0.1613	0.0327	0.0011	0.11
Icterus gularis	Bolsero de Altamira	Yuyum	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Mimus gilvus	Cenzontle	Chi ka	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Mniotilta varia	Chipe trepador	Sac Yetel Box	0.1112	0.0196	0.0004	0.08
Geothlypis poliocephala	Mascarita común		0.0474	0.0065	0.0000	0.03

Nombre científico	Nombre común	Nombre maya	Riqueza (H)	Abundancia Total	pi^2 (Indice SIMPSON)	H´ (Indice SHANNON)
Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	Ch´ujum	0.1112	0.0196	0.0004	0.08
Picoides scalaris	Carpintero Mexicano	Chan Ch´ujum	0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Amazona albifrons	Loro frentiblanco	T´uut´	0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Aratinga nana	Perico pechisucio	Kilil X´kilil	0.1112	0.0196	0.0004	0.08
Dryocopus lineatus	Carpintero lineado	Colonté	0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	Ch´ujum	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris		0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Piranga rubra	Tángara Roja		0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Amazilia yucatanensis	Colibrí pechicanelo	Dzunum	0.2036	0.0458	0.0021	0.14
Archilochus colubris	Colibrí gorjirrubí	Dzunum	0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Thryothorus maculipectus	Saltapared manchado	Yan Cotí	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Pyrocephalus rubinus	Mosquero Cardenal		0.1832	0.0392	0.0015	0.13
Pitangus sulphuratus	Luis grande	X´takay	0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	X´takay	0.1112	0.0196	0.0004	0.08
Cuniculus paca	Tepezcuintle	Haleb	0.0474	0.0065	0.0000	0.03

Nombre científico	Nombre común	Nombre maya	Riqueza (H)	Abundancia Total	pi^2 (Indice SIMPSON)	H´ (Indice SHANNON)
Dasyprocta punctata	Guaqueque	Tzub	0.2036	0.0458	0.0021	0.14
Didelphis marsupialis	Zorro, Tlacuache o Zarigüeya	Boxoch	0.1112	0.0196	0.0004	0.08
Saccopterix bilineata	Murciélago rayado	Sóots yéetel wewel u pu´uch	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Sylvilagus floridanus	Conejo de campo	Thul	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Nyctinomopd laticaudatus	Murciéalgo oreja ancha	Sóots yéetel u nojoch xikim	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Mus musculus	Ratón casero	Chó´	0.0818	0.0131	0.0002	0.06
Rattus rattus	Rata negra	Boox chó´	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Spilogale putorios	Zorrillo manchado	Payoch o pay	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Artibeus lituratus	Murciélago frutero gigante	jaantik nojoch ich che´eo´ob	0.2404	0.0588	0.0035	0.17
Artibeus jamaicensis	Murciélago zapotero de Jamaica	Sóots´ ku jaantik ich ch´eo´ob	0.2226	0.0523	0.0027	0.15
Micronycteris microtis	Murciélago orejón	Sóots yéetel u nojoch xikim	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Uroderma bilobatum	Murciéalgo acampador	Sóots ku wenel xa´an	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Nasua narica	Tejón, Coatí	Chiic	0.2036	0.0458	0.0021	0.14
Procyon lotor	Mapache	Culú	0.1832	0.0392	0.0015	0.13

Nombre científico	Nombre común	Nombre maya	Riqueza (H)	Abundancia Total	pi^2 (Indice SIMPSON)	H´ (Indice SHANNON)
Sciurus yucatanensis	Ardilla gris de yucatan	Cuuc	0.1112	0.0196	0.0004	0.08
Sciurus deppei	Ardilla roja	Chak ku´uc	0.0474	0.0065	0.0000	0.03
Lasiurus intermedius	Murciélago amarillo	K´an k´an sóots´ nojoch	0.0474	0.0065	0.0000	0.03

IV.3.2 Paisaje

Un paisaje se puede definir como una porción de espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisonomía y composición, con un patrón de estabilidad temporal, resultante de la interacción compleja de clima, rocas, agua, suelos, flora, fauna y el ser humano, que es reconocible y diferenciable de otras porciones vecinas de acuerdo con el análisis espacio-temporal específico (Etter, 1990).

En la mayoría de los casos, los paisajes originales han sido alterados en diversos grados por la acción humana, los cuales están compuestos por un mosaico de fragmentos de vegetación natural, agroecosistemas y etapas sucesionales de la vegetación. En este contexto, el término paisaje hace referencia a espacios territoriales amplios, conformados por coberturas vegetales naturales y transformadas (Halffter *et al*., 2001).

El concepto de paisaje puede englobar diversos significados que se transforman o cambian según las necesidades del que lo ve, cuándo lo ve y cómo lo ve, de manera que, sencillamente, de él se pueden interpretar, entre otros, los siguientes tipos: (i) espaciales, (ii) naturales, (iii) ecosistemas, así como objetos estéticos, ideológicos y cultural-histórico, además de lugares (López y Cervantes, 2002).

Para evaluar el paisaje existen tres metodologías, las cuales a continuación: (i) los métodos directos, (ii) métodos indirectos y (iii) métodos mixtos, las cuales se describen a continuación:

(i) **Métodos directos:** Son aquellos que, elaborados por un profesional de probada experiencia, quien con tan sólo ver el paisaje realiza una evaluación de éste. Este método sólo analiza exclusivamente la calidad visual del territorio.

(ii) **Métodos indirectos:** En este método el paisaje se analiza a través de sus componentes (abiótico, biótico y social) para lo cual es importante definir la escala de trabajo.

(iii) **Métodos mixtos:** Este es el método más subjetivo y usado, ya que combina los métodos directos e indirectos. Esta metodología valora los recursos visuales, la ordenación del territorio, la calidad visual y la fragilidad (SERNATUR, 2006).

Para evaluar el paisaje en el área donde se llevará a cabo el Proyecto se utilizó un método mixto, evaluando la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. En el **Anexo 4.8** se presenta la metodología para la elaboración del presente apartado.

Cuenca visual

La visibilidad o análisis de visualización consiste en realizar un análisis espacial del lugar, tomando en cuenta sus formas, vistas, etc. En otras palabras, se analizan cuencas visuales (SERNATUR, 2006).

La cuenca visual de un punto, se define como la zona que es visible desde ese punto; es decir, corresponde a la superficie observada desde distintos puntos de observación determinados en terrenos y que, en conjunto, permiten definir un área espacialmente autocontenida (SERNATUR, 2006).

Al tratar de elegir los puntos de observación se notó, que no existe algún punto de referencia que funcione para establecer una cuenca visual, debido a que las topoformas son básicamente llanuras planas y playas o barras. En la **Figura IV.33**, se establecieron cuatro (4) puntos de observación, en los primeros dos puntos, situados en extremos opuestos de la carretera Chetumal-Cancún y la localidad de Puerto Aventuras (**Fotografías 4.9** y **4.10**), la vegetación limitó la visibilidad; mientras que se establecieron puntos muy cercanos desde donde se puede

ver el sitio del Proyecto desde la avenida oeste (Bahía Xcacel) (**Fotografías 4.11**) y desde la costa con que limita el Proyecto, al este (**Fotografía 4.12**).

Desde el Sitio del Proyecto se puede observar otros centros turísticos hacia el norte (**Fotografía 4.13**) la playa, y hacia el este la playa aledaña (**Fotografía 4.14**).

En resumen, en el SA hay un desnivel de aproximadamente 10 m desde su porción este hasta la playa por lo que limita mucho la visibilidad (**Figura IV.34**). Otra característica que limita la visibilidad del proyecto desde prácticamente cualquier punto es la vegetación presente en el SA, donde esta es densa y llega a sobrepasar los 20 m de altura, por lo que su tamaño es superior al desnivel que puedas encontrar en cualquier punto de referencia.

Figura IV.33 Uno de los factores que limita la visibilidad del paisaje es el bajo desnivel del área

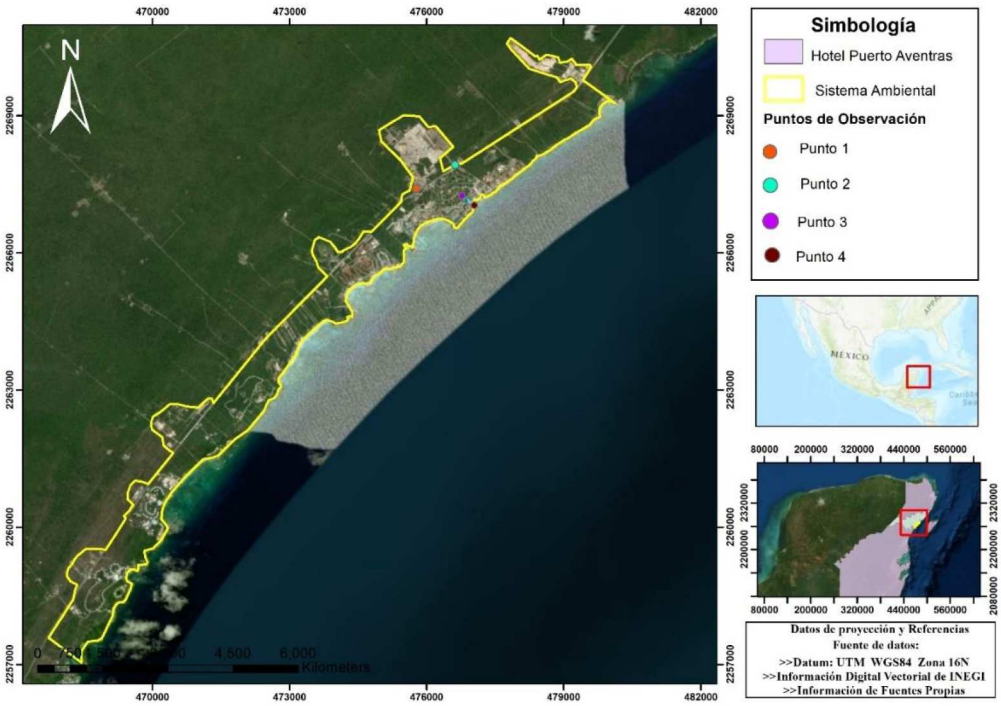
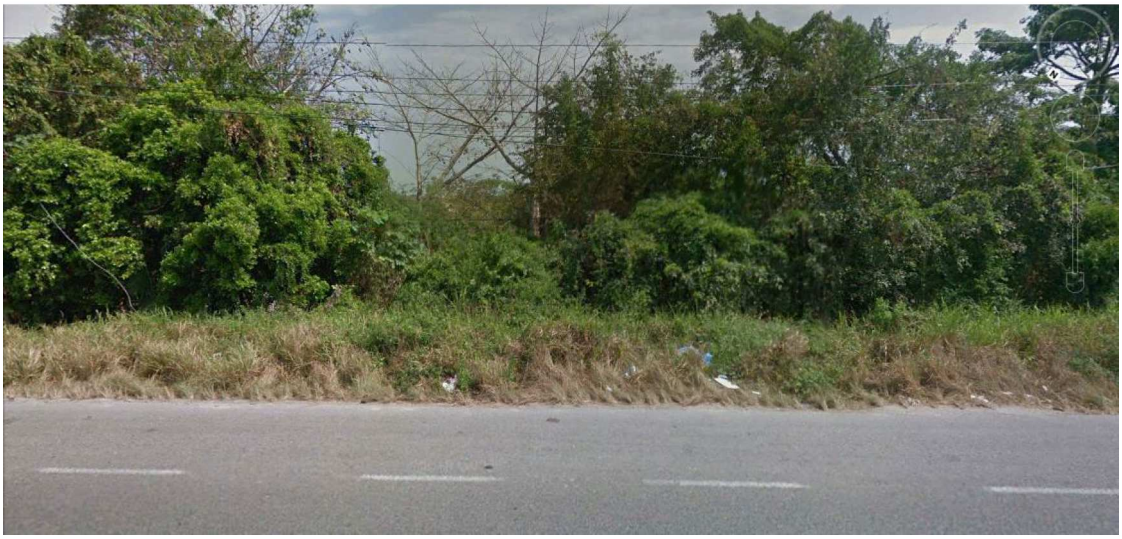


Figura IV.34 Puntos de Observación en el SA



Fotografía 4. 9. Vista desde el Punto de Observación 1

Fotografía 4. 10. Vista desde el Punto de Observación 2

Fotografía 4. 11. Vista desde la avenida principal al sitio del Proyecto (Punto de Observación 3)

Fotografía 4. 12. Vista de la playa al sitio del Proyecto (Punto de Observación 4)

Fotografía 4. 13. Vista desde el centro del sitio del Proyecto hacia el norte

Fotografía 4. 14. Vista desde el sitio del Proyecto el este (playa)

Particularmente, en el SA y el sitio donde se pretende llevar a cabo el Proyecto, se cuenta con una cuenca visual muy limitada, dentro de los usos de suelo y vegetación predomina el Urbano construido, principalmente centros turísticos, por lo que es fácil apreciar los impactos humanos y la presencia de animales domésticos como perros y gatos, así como también es común observar fauna nativa, principalmente aves, reptiles y algunos mamíferos.

Calidad paisajística

La calidad paisajística tiene relación con el valor intrínseco que posee cierto paisaje; este se determina a través de la evaluación estética de los elementos que conforman el paisaje, y que en conjunto permiten definir las características potenciales que presenta el terreno. La determinación de la calidad paisajística del sitio del Proyecto, se realizó utilizando el modelo de Rojas y Kong (1998) en SERNATUR (2006). Este método define calidad paisajística como un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente los factores que conforman el paisaje (bióticos, abióticos, estéticos y humanos); estos factores se estiman en relación a su forma, color, línea, textura, escala, conformación espacial, y grado de perturbación (SERNATUR, 2006).

En el **Tabla 4.28** se describen los criterios del modelo de Rojas, Kong (1998), que permitieron valorar la calidad paisajística.

La calidad del paisaje es subjetiva; condicionada por la época del año y la visión del observador. De acuerdo con los criterios según el Modelo de Rojas, Kong (1998) en SERNATUR (2006), se determinó que el sitio donde se llevará a cabo el Proyecto tiene una calidad paisajística media.

La calidad paisajística del sitio está dada principalmente por: la facilidad de observar fauna silvestre; la presencia de masas de vegetación verde y la altura de los árboles; la modificación del paisaje por los asentamientos humanos, la presencia de sargazo y basura que son arrastrados a la costa por la marea, y la carencia de elevaciones en el área (**Fotografías 4.15** a **4.20**).

Analizando los elementos por separado, y de acuerdo a las condiciones que prevalecen en el SP y AI así como en el SA, los contrastes entre vegetación, suelo y agua añaden calidad al paisaje. La dominancia del plano horizontal, así como la presencia de elementos similares en gran parte del área del SP y AI, disminuyen calidad al paisaje que se observa.

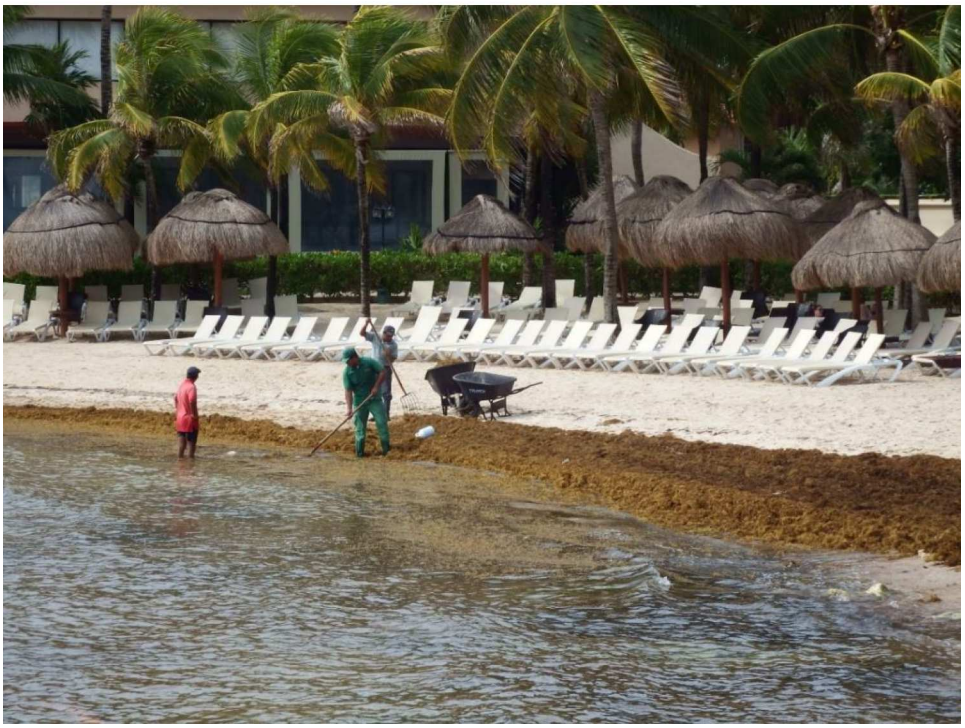
Fotografía 4. 15. Gran parte del SA presenta uso de suelo Urbano Construido que consiste principalmente en centros de alojamiento para el turismo

Fotografía 4.16. A la orilla de la playa se presenta basura que es arrastrada por la marea a la costa

Fotografía 4. 17. Dentro del SA se presenta fauna silvestre, en este caso se presenta un perico, que es un ave característica de la zona.

Fotografía 4. 18. Otro mamífero que se pueden observar fácilmente en el área son los guaqueques.

Fotografía 4. 19. A pesar de los edificios, la vista al mar le añade calidad al paisaje de la zona



Fotografía 4. 20. Acumulación sobre la costa de sargazo el cual es retirado para mantener una buena imagen en el área turística.

La variabilidad cromática que el paisaje puede ofrecer no es muy variada, sin embargo, la presencia de vegetación siempre verde y la presencia de la costa y el mar en los alrededores aumentan la calidad paisajística.

Tabla IV.26 Criterios según el Modelo de Rojas, Kong (1998) en SERNATUR (2006), para valorar la calidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el sitio donde se pretende llevar a cabo el Proyecto

Elemento valorado	Calidad paisajística		
	Alta	Media	Baja
Morfología o topografía	Pendiente de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15 y 30%, estructura morfológica de modelado suave u ondulado.	Pendiente entre 0 y 15%, dominancia del plano horizontal visualizando ausencia de estructuras de contraste y jerarquía.
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado)	No hay presencia de fauna nativa. Sobre pastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpo de agua, pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
Acción antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica está modificada por menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo,	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.

Elemento valorado	Calidad paisajística		
	Alta	Media	Baja
	vegetación, roca y agua.	no actúa como elemento dominante.	
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.

La Calidad Paisajística del SA y SP es de media abaja, debido a que la fauna nativa que se observa a simple vista es variada, se pueden observar fácilmente en el área reptiles como ranas, víboras, geckos, ave como luises, tordos o colibríes y mamíferos mapaches, ardillas o guaqueques alimentándose o sobre la vegetación. También se observó fauna domesticada como son perros y gatito, por eso en este aspecto la calidad es media.

La vegetación nativa es abundante dentro de las zonas del SA cubiertas por Selva mediana subperennifolia, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y la pequeña parte de manglar. Dentro del uso de suelo Urbano Construido en el SA, sobre el AI y sus alrededores la vegetación nativa y prevalecen las plantas de ornato permanecen en conjunto dentro de estos predios construidos. Entre la vegetación más sobresaliente en todo el SA, SP y AI se encuentran en gran cantidad palmeras como la palma chit, palma cuca, los cocoteros a la orilla de la playa y la palma nakas, mientras que entre los árboles se encuentran ciriote, almendro y distintas especies de ficus.

Dentro del SA, el SP, AI, y en general en la zona no se encuentran corrientes superficiales de agua, sin embargo, el SA está delimitado al este por parte de la costa de Quintana Roo, que aumenta la calidad paisajística.

Las actividades antropogénicas en el SP y AI son evidentes, desde la construcción de casas, caminos, carreteras por el desarrollo de la zona. Dentro de la zona el impacto por basura en el medio solamente se da por aquella que es arrastrada por la marea hacia la costa.

En general, el paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada, pues como ya se mencionó, en mayor parte del SA se encuentran localidades y centros turísticos, por lo que se integra al paisaje urbano construido que ya existe alrededor. Existe alguna variedad e intensidad en color y contraste, pero prevalece el verde de la vegetación donde la hay, y en la zona de playa se da por la presencia de suelo tipo arenosol, sin embargo, el paisaje es similar a otros de la región.

Fragilidad visual del paisaje

La fragilidad es el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas acciones. Evaluar la fragilidad de un paisaje, es una forma de determinar la vulnerabilidad visual, la cual es lo contrario de la "capacidad de absorción visual", esta última es la habilidad que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones. Esto quiere decir que a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual corresponde menor capacidad de absorción visual y viceversa (SERNATUR, 2006).

Los principales factores que se toman en cuenta para evaluar la fragilidad del paisaje son los aspectos biofísicos, de visualización y aquellos de tipo histórico-cultural. A continuación, se realiza la descripción de cada uno de los factores:

i. Factores biofísicos. Derivados de los elementos característicos de cada punto; entran aquí las pendientes, orientación y vegetación, considerada en diversos aspectos (altura, densidad, variedad cromática, estacionalidad). La integración de estos factores da lugar a un único valor que mide la fragilidad visual de un punto.

ii. Factores de visualización: Derivados de la configuración del entorno de cada punto; entran aquí los parámetros de cuenca visual o superficie vista desde cada punto, tanto en magnitud como en forma y complejidad. Todos estos parámetros se agregan a un único valor que mide la fragilidad visual del entorno del punto.

iii. Factores histórico-culturales: Tienden a explicar el carácter y las formas de los paisajes en función del proceso histórico que los ha producido y son determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuaciones con el medio (SERNATUR, 2006).

En el **Tabla 4.29**, se muestra el modelo de Rojas, Kong (1998) en SERNATUR (2006), el cual contempla el análisis y clasificación de los paisajes o porciones de él, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en cuatro factores.

Tabla IV.27 Criterios según el Modelo de Rojas, Kong (1998) en SERNATUR (2006), para valorar la fragilidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el área donde se pretende llevar a cabo el Proyecto.

Factores	Elementos de influencia	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
Biofísicos	Pendiente	Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 y 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual.
	Densidad (Vegetación)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrato herbácea.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrato arbustiva o arbórea aislada.	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación desuelo.
	Contraste (Vegetación)	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes.	Diversidad de especies media con contrastes evidentes pero no sobresalientes.	Alto grado en variedad de especies, contrastes fuertes gran estacionalidad de especies.
	Altura (Vegetación)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura.	No hay gran altura de las masas (10 m) baja diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.

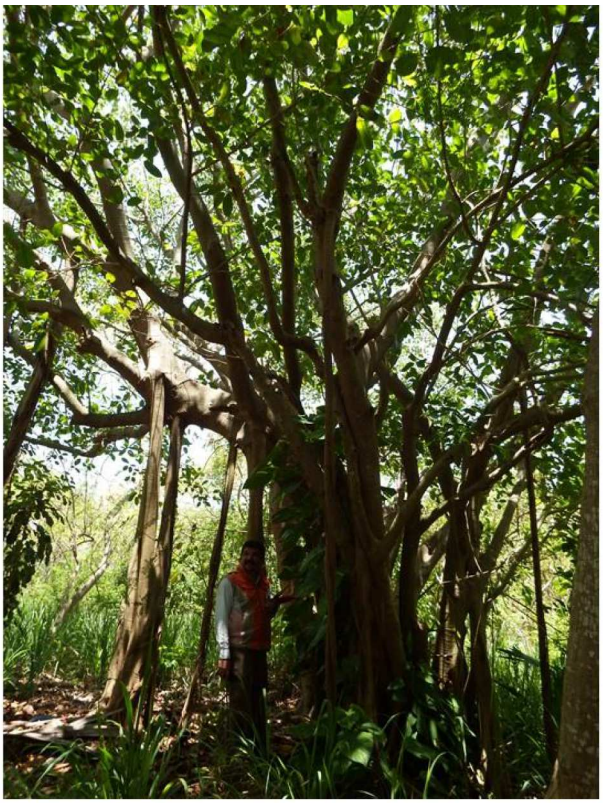
Factores	Elementos de influencia	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercano o próxima (0 a 1,000 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (1,000 a 4,000 m). Dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes mayor a 4,000 m.
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Compacidad	Vistas panorámicas, abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
Singularidad	Unicidad de paisaje	Paisajes singulares, notables con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisajes comunes, sin riqueza visual o muy alterados.
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas o breves.

Fragilidad alta: Baja capacidad de absorción visual.

Fragilidad media: Capacidad de absorción visual moderada.
Fragilidad baja: Alta capacidad de absorción visual

La fragilidad del paisaje en el SP y AI es media-baja debido a la alta capacidad de absorción visual dada por la baja pendiente (por las topoformas de llanura y playa o barra) observada en el sitio que más bien presenta un plano horizontal de dominancia visual, otorgando poca visibilidad en la zona donde se encuentra el SA y SP, otro factor es la altura y la densidad de la vegetación circundante, que reducen aún más la visibilidad. El paisaje del SP y AI es de importancia visual, pero es muy similar a paisajes apreciables a lo largo del SA y sus alrededores (**Fotografías 4.21** y **4.22**).

La vegetación presente en el sitio es discontinua pues está fragmentada por el Urbano Construido, la diversidad de las especies tiene contrastes evidentes, pero no sobresalientes, en cuanto a los estratos estos son variables en la vegetación, pues la altura de algunos árboles está por los 20 m.



Fotografía 4. 21. En la región donde se ubica el SA, loa árboles suelen alcanzar alturas de hasta 20 metros

Fotografía 4. 22. El área con vegetación nativa suele ser muy densa

En conclusión, analizando factores como la visibilidad, cuenca visual, calidad paisajística, fragilidad, se puede determinar que la implementación del Proyecto en todas sus etapas, disminuirá en menor medida la calidad paisajística del sitio del Proyecto, sin embargo, por su ubicación dentro de la superficie de Urbano Construido, visualmente se integrará dentro de las construcciones ya existentes y no alterará de manera significativa el paisaje. Además, el hecho de que se pretenda realizar en una zona que es de llanura y que en algunos puntos de su Sistema Ambiental sea de vegetación densa, con árboles de gran altura, hace que disminuya la fragilidad y aumenta la capacidad de absorción visual.

IV.3.2.1 Medio Socioeconómico

Quintana Roo se encuentra ubicado en la región sur del territorio nacional, en la Península de Yucatán. Se sitúa entre las coordenadas geográficas 21°35’ y 17°49’ de latitud Norte y 86°42' y 89°25' de longitud Oeste. Colinda al norte con Yucatán y con el Golfo de México, al este con el Mar Caribe, al sur con la Bahía de Chetumal, Belice y Guatemala, al oeste con Campeche y Yucatán. El área geográfica ocupada por el estado presenta una gran planicie con una leve inclinación no mayor del 0.01 % con pendiente de dirección oeste – este hacia el Mar Caribe en la que no se encuentran elevaciones de importancia; al sur, en los límites con Campeche y Guatemala se localizan las mayores elevaciones, encontrándose altitudes hasta de 241 metros sobre el nivel del mar; al oeste en los límites con Yucatán se tienen alturas hasta de 100 metros sobre el nivel del mar y al norte la altitud alcanza 80 metros que va disminuyendo hasta llegar a cero conforme se aproxima la costa.

El Estado de Quintana Roo 50,843 Km2, incluye las islas de Cozumel, Isla Mujeres, Holbox, Isla Blanca, Contoy, entre las más importantes. El estado representa el 2.55 % de la superficie del país. Se compone de 11 municipios en los cuales, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado por INEGI en 2010 alberga 1,325,578 habitantes, siendo la capital Chetumal.

El SA, AI y Sitio del Proyecto se ubican en su totalidad dentro del municipio de Solidaridad, en el límite de su costa este y a una altitud por debajo de aproximadamente los 10 m hasta los 0 m.

De acuerdo con INEGI (2010), dentro del SA se encuentran 29 localidades las cuales son de carácter rural con un número poblacional inferior a 2,500 habitantes (**Figura 4.44**). en el siguiente Tabla se encuentra su localización (**Tabla 4.30**).

Tabla 4. 1. Localización geográfica de las localidades de referencia para el Sistema Ambiental.

Localidad	Longitud (X)	Latitud (Y)	Altitud
Puerto Aventuras	0871403	203042	0009
San Antonio	0871809	202543	15
Grand Sirenis	0871753	202531	9
El Jaguar	-	-	-
San Víctor	-	-	-
Artesanías mexicanas	0871755	202557	0015
Grand Palladium	0871731	202636	0010
Villa de Rosa	-	-	-
Los Viveros	-	-	-

Kantenah Dos	-	-	-
Rancho Amor	0871716	202729	0015
El Dorado	0871623	202713	0007
Puerto Chile (X´catic)	-	-	-
Puerto Chile	0871600	202818	0007
Club Tulum Palace	-	-	-
Xpu Ha	0871542	202836	0008
Cenote Azul (San José)	-	-	-
Kantún Chí	-	-	-
Tazol Chico	0871450	202931	0007
Barceló Maya	0871446	202915	0007
Paa Mul	0871133	203121	0001
Paraíso	-	-	-
El Caracol (El Pedregal)	0871253	203051	0004
Hard Rock	-	-	-
Balam Ha	-	-	-
Mateo y Juana	0871144	203107	0001
Concepción Rodríguez (Conchita Paa Mul)	0871139	203111	0001
San Francisco	0871522	202901	0007
Graciela Zapata Ravel	-	-	-

Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2010; Censo de Población y Vivienda 2010; Principales resultados por localidad (ITER), (2010). Coordenadas Métricas (UTM zona 16).

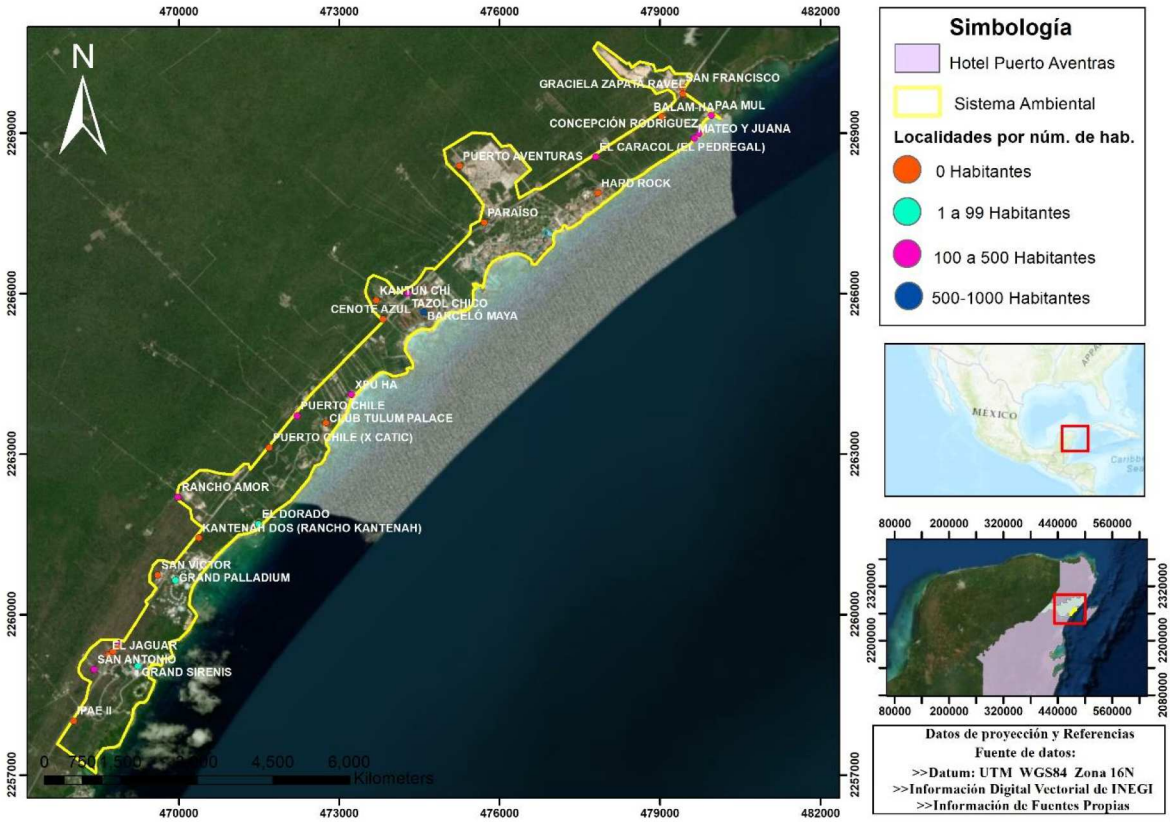


Figura 4. 1. Ubicación geográfica de las localidades dentro del Sistema Ambiental y su clasificación según su número de habitantes

Demografía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el INEGI, en el SA hay un total de 166,682 habitantes de los cuales 87, 409 son hombres, 79,218 mujeres y 35 habitantes no tienen especificación del género. En la **Figura 4.45** se presenta la proporción de hombres y mujeres respecto a la población total del SA, mientras que en el **Tabla 4.31** se presenta esta información para las localidades del SA.

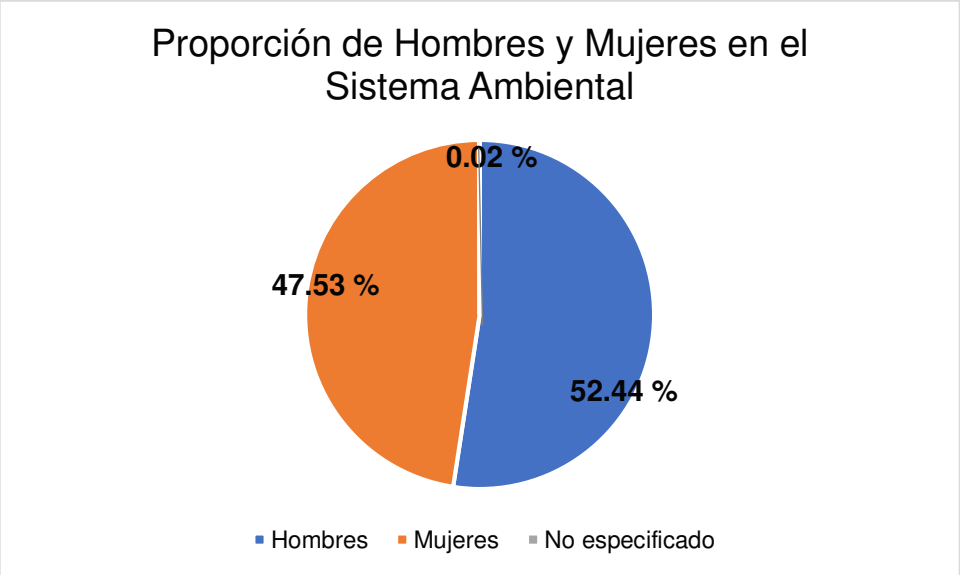


Figura 4. 2. Proporción de hombres y mujeres respecto a la población total del Sistema Ambiental.

Según la Carta Conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000 con descripción de INEGI y el Catálogo de Localidades, de SEDESOL (2013), dentro del SA se encuentran 29 Localidades, las cuales se listan a continuación.

Tabla 4. 2. Población total por sexo en las localidades de referencia para el Sistema Ambiental.

Localidades	Clave	Población Total	Hombres	Mujeres
Puerto Aventuras	230080211	5,979	3,073	2,906
San Antonio	230080241	15	4	11
Grand Sirenis	230080835	125	91	34
El Jaguar	230080421	-	-	-
San Víctor	230080890	-	-	-
Artesanías mexicanas	230080377	2	-	-
Grand Palladium	230080285	334	219	115
Villa de Rosa	230080892	-	-	-

Tabla 4. 2. Población total por sexo en las localidades de referencia para el Sistema Ambiental.

Localidades	Clave	Población Total	Hombres	Mujeres
Los Viveros	230080882	-	-	-
Kantenah Dos	230080139	-	-	-
Rancho Amor	230080793	1	-	-
El Dorado	230080138	131	104	27
Puerto Chile (X´catic)	230080467	-	-	-
Puerto Chile	230080213	12	-	-
Club Tulum Palace	30080231	-	-	-
Xpu Ha	230080345	36	19	17
Cenote Azul (San José)	230080265	62	34	28
Kantún Chí	230080433	-	-	-
Tazol Chico	230080312	2	-	-
Barceló Maya	230080382	606	384	222
Paa Mul	230080179	29	13	16
Paraíso	230080182	-	-	-
El Caracol (El Pedregal)	230080189	6	-	-
Balam Ha	230080737	-	-	-
Mateo y Juana	230080060	5	-	-
Concepción Rodríguez (Conchita Paa Mul)	230080059	4	-	-
San Francisco	230080230	3		
Graciela Zapata Ravel	230080622	-	-	-

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).
Catálogo de Localidades: Localidades con información de género no disponible.

Algunas de estas localidades al parecer son más bien centros turísticos, y muchas de ellas carecen de información, dentro de la información de la Base de Datos ITER (2010) "Principales resultados por localidad" solamente se encuentra información de nueve localidades, que serán las que se mencionen a partir del siguiente Tabla.

En el **Tabla 4.32** se muestra la población total por grupo de edad en las localidades de referencia del SA, de acuerdo a la información obtenida en el Censo de Población y Vivienda realizado por INEGI en 2010.

Tabla 4. 3. Población total por grupo de edad en las localidades del Sistema Ambiental.

Localidad	De 0 a 2 años	De 3 a 5 años	De 6 a 11 años	De 12 a 14 años	De 15 a 17 años	De 18 años y más	De 60 años y más
Puerto Aventuras	0	0	0	0	6	3754	82
San Antonio	0	0	3	2	1	12	2
Grand Sirenis	0	0	0	1	2	112	0
Grand Palladium	2	4	12	0	3	312	1
El Dorado	3	0	7	1	11	125	0
Xpu Ha	473	423	599	228	254	23	4
Cenote Azul (San José)	1	3	5	1	3	41	3
Barceló Maya	6	6	8	8	5	560	0
Paa Mul	7	2	3	0	1	23	11

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).

Nota: De las localidades de referencia consideradas para el SA, sólo se presentan las que cuentan con información disponible.

De acuerdo con la INEGI (2010), la población más numerosa es aquella que tiene 18 años y más, le sigue aquella que cuenta entre 6 y 11 años, mientras que aquella que cuenta con 60 años y más es muy baja para las localidades del SA, llegando incluso a 0 en tres de ellas.

Economía y empleo

En el **Tabla 4.33** se describe la población económicamente activa (PEA) y la población económicamente inactiva (PEI) respecto a la población total en las localidades de referencia, mientras que en la **Figura 4.46** se representa la proporción de la PEA y la PEI, para cada una de las localidades. A partir de ello, se aprecia que en todas las localidades analizadas la población económicamente activa es mayor y solo en una es menor. En un caso no existe población económicamente inactiva, que es la localidad de El Dorado.

Tabla 4. 4. Población total por grupo de edad en las localidades del Sistema Ambiental.

Localidad	PEA	PEI
Puerto Aventuras	1950	1296
San Antonio	10	2
Grand Sirenis	82	6
Grand Palladium	209	6
El Dorado	104	0

Tabla 4. 4. Población total por grupo de edad en las localidades del Sistema Ambiental.

Localidad	PEA	PEI
Xpu Ha	14	6
Cenote Azul (San José)	23	17
Barceló Maya	352	22
Paa Mul	5	18

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).
Nota: De las localidades de referencia consideradas para el SA sólo se presentan las que cuentan con información disponible.

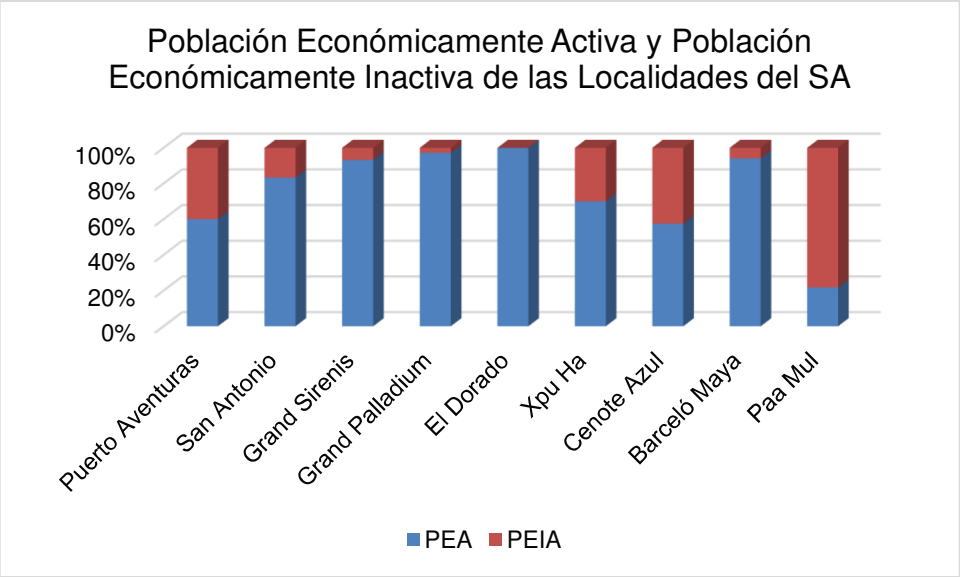


Figura 4. 3. Proporción de la población económicamente activa e inactiva en las localidades referentes al Sistema Ambiental.

En 2017, el estado de Quintana Roo tuvo un PIB que representó el 1.6% respecto al total nacional y ocupó el lugar 20 entre los estados de la república, y en comparación con el año anterior tuvo una variación en valores constantes de 4.4%, desarrollándose principalmente en el sector terciario. Entre las principales actividades se encuentran: servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (23.6 %); servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (13.4%); comercio al por menor (12.7%); construcción (7.8%); y, transportes, correos y almacenamiento (7.1%). Juntas representan el 64.6% del PIB estatal, esto de acuerdo a la Información Económica y Estatal de Quintana Roo (Secretaría de Economía,2019). De las localidades del SA, el 54.7 % representan a la población ocupada y el 1.1% corresponde a la población desocupada (Figura 4.47), en el Tabla 4.34 se presenta esta información para las localidades del SA.

Tabla 4. 5. Población ocupada y desocupada en las localidades de referencia para el Sistema Ambiental.

Localidad	Población ocupada	Población desocupada	Población total
Puerto Aventuras	2838	76	5,979
San Antonio	13	0	15
Grand Sirenis	106	0	125
Grand Palladium	316	0	334
El Dorado	130	1	131
Xpu Ha	21	0	36
Cenote Azul (San José)	23	3	62
Barceló Maya	547	0	606
Paa Mul	8	0	29

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).
Nota: De las localidades de referencia consideradas para el SA sólo se presentan las que cuentan con información disponible.

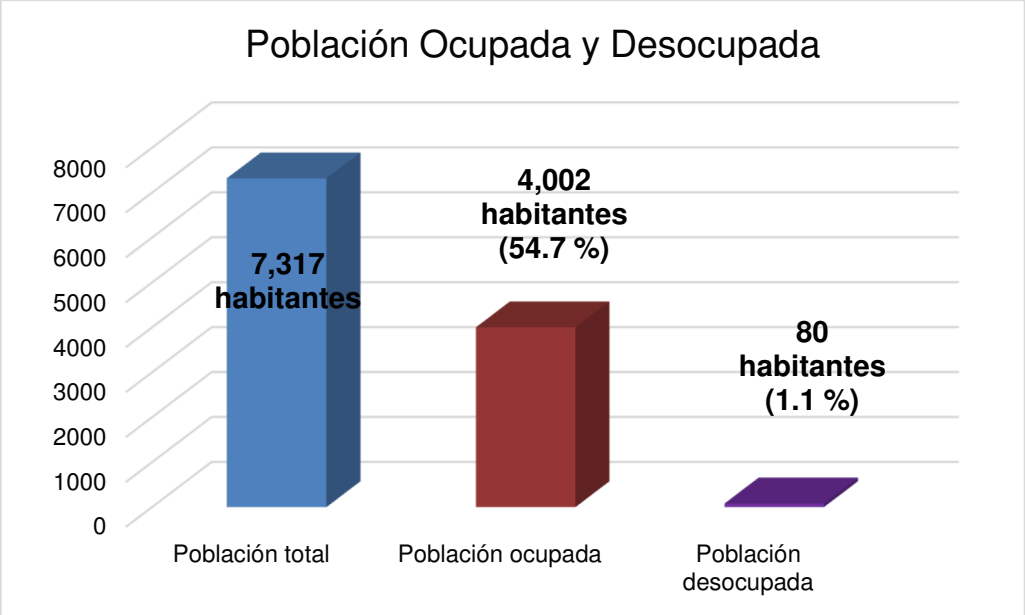


Figura 4. 4. Proporción de la población ocupada y desocupada en las localidades del Sistema Ambiental.

Marginación

En el **Tabla 4.35**, se presentan los indicadores socioeconómicos que determinan el índice y grado de marginación en las localidades de referencia del SA. INEGI determina el índice y grado de marginación con base en la población total, el nivel de alfabetismo y los servicios disponibles en cada una de las viviendas por localidad.

Por otro lado, el Consejo Nacional de Población (CONAPO), indica que el índice y el grado de marginación es una medida que permite diferenciar entidades federativas, municipios y localidades según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la percepción de ingresos monetarios insuficientes. Para el caso de las localidades de referencia del SA, cuatro de ellas tienen un grado de marginación alto, una un grado medio, tres bajo y una muy bajo, aunque en el municipio de Solidaridad el Grado de marginación es muy bajo, ocupando el noveno lugar en contexto estatal y el 2,349 en contexto nacional (**Figura 4.48**).

En la mayoría de estas localidades sigue habiendo población de quince años y más sin primaria completa e incluso analfabeta, sin embargo, respecto a la vivienda, la mayoría de ellas cuentan con energía eléctrica, agua entubada y pocas aun cuentan con viviendas con piso de tierra.

Tabla 4. 6. Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación en las localidades de referencia del Sistema Ambiental.

Localidad	Población total	Población de 15 años o más	Población de 15 años o más sin primaria	Viviendas particulares habitadas sin drenaje	Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	Viviendas particulares habitadas sin disponibilida	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	Grado de Marginación
Puerto Aventuras	5,979	116	703	1	1	22	46	Bajo
San Antonio	15	1	1	1	0	1	1	Alto
Grand Sirenis	125	0	4	0	0	0	0	Bajo
Grand Palladium	334	1	6	0	0	0	0	Bajo
El Dorado	131	2	22	0	0	0	0	Alto
Xpu Ha	36	4	6	1	1	4	0	Alto
Cenote Azul (San José)	62	2	7	4	2	16	2	Alto
Barceló Maya	606	0	55	2	0	0	0	Medio
Paa Mul	29	0	0	0	0	0	0	Muy Bajo

Fuente: CONAPO. Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio (2010).
Nota: De las localidades de referencia consideradas para el SA sólo se presentan las que cuentan con información disponible

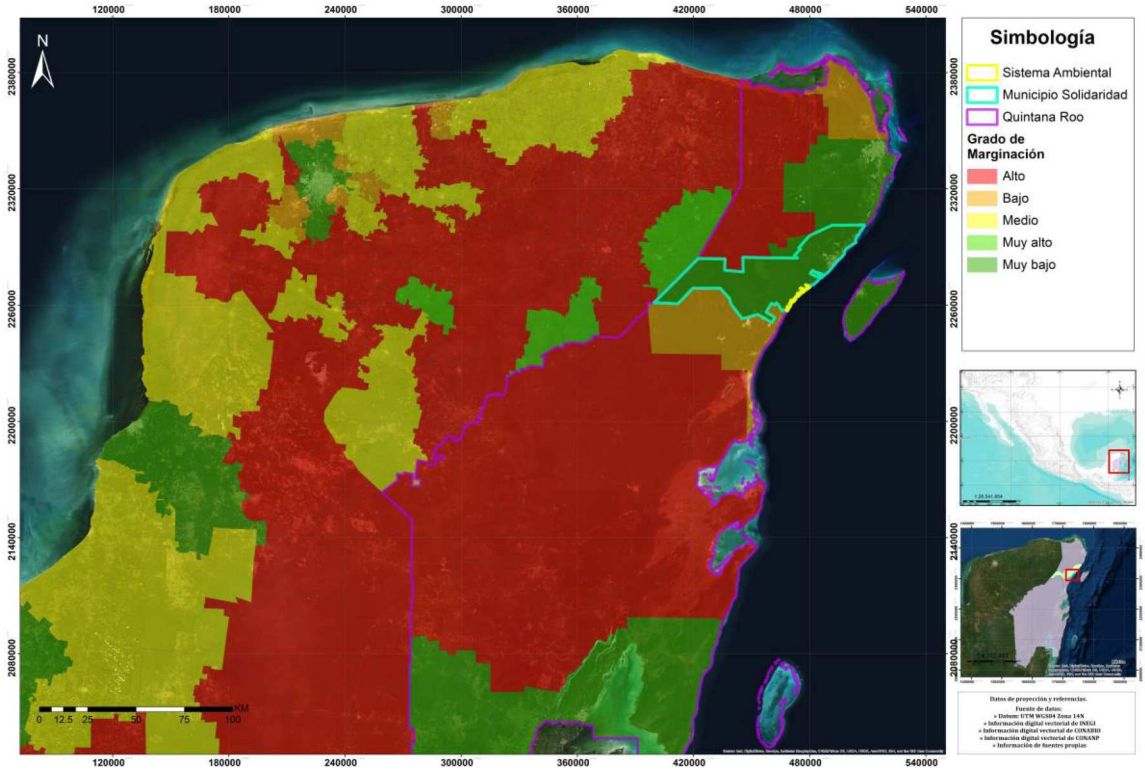


Figura 4. 5. Grado de marginación por municipio en relación al Sistema Ambiental, Sitio del Proyecto y Área de Influencia.

Servicios

Salud

La atención médica es prestada a la población por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado que tienen derecho a recibir servicios médicos en los institutos de seguridad social de los estados (ISSSTE Estatal) y el Seguro Popular, para prestar el servicio a la población no derechohabiente.

En el **Tabla 4.36** se presenta la población derechohabiente por institución de salud pública, así como la población no derechohabiente respecto a la población de las localidades de referencia del SA; mientras que en la **Figura 4.49**, se muestra gráficamente la proporción de la población derechohabiente por institución de salud pública para todas las localidades del SA. En esta última se observa que, del total de la población derechohabiente, la mayoría la concentra el IMSS (57%), seguida por Seguro Popular (12.33%), el ISSSTE (0.83 %) por último el ISSSTE Estatal (0.01%). Es de destacar que existe un número considerable de habitantes que no se encuentran registrados como derechohabientes de algún servicio de salud (23.7 %).

Tabla 4. 7. Población derechohabiente y no derechohabiente en las localidades de referencia para el Sistema Ambiental.

Localidad	Población Derechohabiente	Población NO	Población total

	IMSS	ISSSTE	ISTEE	Seguro Popular	Derechohabiente	
Puerto Aventuras	3004	52	0	875	1628	5,979
San Antonio	5	0	0	4	6	15
Grand Sirenis	116	0	0	0	7	125
Grand Palladium	322	0	0	6	5	334
El Dorado	122	3	0	2	4	131
Xpu Ha	6	0	0	8	18	36
Cenote Azul (San José)	12	3	0	7	33	62
Barceló Maya	579	3	1	0	11	606
Paa Mul	4	0	0	0	20	29

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).

Nota: De las localidades de referencia consideradas para el SA sólo se presentan las que cuentan con información disponible.

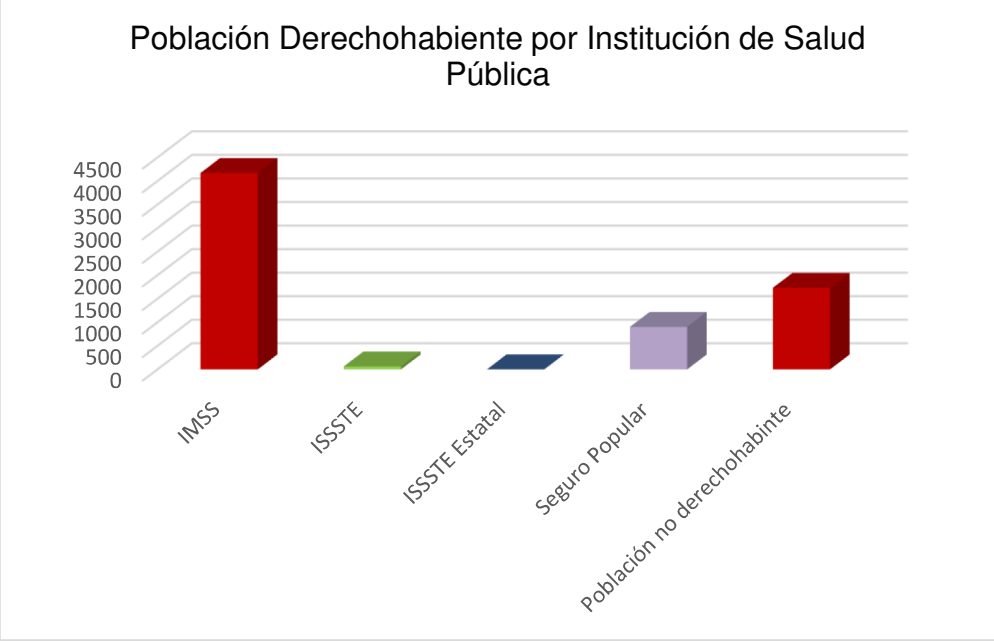


Figura 4. 6. Población derechohabiente por institución de salud pública para las localidades del Sistema Ambiental.

Educación

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, la media del grado promedio de escolaridad para todas las localidades del SA fue de 9.7, lo que representa un nivel escolar por encima de la media nacional, que es de 9.2. Solamente en el caso de una comunidad, el grado

promedio de escolaridad es bajo. En el caso de las localidades de referencia del SA, el 1.7 % de la población de 15 años y más no saben leer ni escribir, mientras que 24 % de la población cuenta con educación postbásica. En el **Tabla 4.37** se presenta el grado promedio de escolaridad para las localidades del SA.

Tabla 4. 8. Grado Promedio de Escolaridad en las localidades de referencia para el Sistema Ambiental

Localidad	Grado Promedio de Escolaridad
Puerto Aventuras	8.43
San Antonio	9.43
Grand Sirenis	11.29
Grand Palladium	11.78
El Dorado	9.25
Xpu Ha	7.19
Cenote Azul (San José)	5.93
Barceló Maya	11.20
Paa Mul	12.81

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda (2010); Principales resultados por localidad (ITER).

Nota: De las localidades de referencia consideradas para el SA sólo se presentan las que cuentan con información disponible.

Factores socioculturales

En el Sistema Ambiental se cuentan con los siguientes factores socioculturales:

Museos. - En Puerto Aventuras existe el museo del CEDAM (Centro de Estudios y Deportes Acuáticos de México) en el cual se exponen vestigios de galeones e instrumentos de la época colonial, que fueron rescatados de barcos hundidos por los piratas que asolaban a las embarcaciones españolas.

Música. -En la zona rural se ha conservado la música tradicional maya como el Mayapax y jaranas de origen yucateco.

Artesanías. - En los centros turísticos predominan las artesanías del resto del país; se elaboran artesanías de madera, palma, piedra caliza, resina y bordados a mano en la elaboración de vestimentas tradicionales.

Gastronomía. - Los principales platillos se componen de mariscos y pescado, además del auge de la comida internacional en los centros turísticos. En la zona rural se mantiene la tradición de la comida maya a base de caza de monte y con gran influencia yucateca en la preparación.

Centros Turísticos. - Puerto Aventuras constituye un complejo turístico con instalaciones de primera categoría con marinas, zona residencial, campo de golf, restaurantes, centro comercial y todos los servicios para los visitantes. En su cercanía existen sitios con playas y mar apreciados por todos los visitantes por su gran belleza.

IV.3.3 Diagnóstico ambiental

Con base en lo expuesto durante este capítulo, en os siguientes apartados, se describe una síntesis objetiva del estado actual de los principales componentes físicos, bióticos y socioeconómicos del SP, AI y SA, haciendo énfasis en el grado de conservación mediante un análisis de valoración de los diferentes componentes y sus capacidades de asimilar probables impactos ambientales (homeostasis y resiliencia).

De manera general, el SA ha sido ampliamente aprovechado para el desarrollo del turismo, que es el principal agente de presión.

Integración e interpretación del inventario ambiental

Para describir ampliamente el diagnóstico ambiental, es necesario realizar una breve descripción de aquellos componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos que se presentan en el SA, SP y su AI.

Descripción del Sistema Ambiental

Para el Proyecto, el Sistema Ambiental fue delimitado utilizando de base a la Unidad de Gestión Ambiental UGA número 15, del Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad, incluyendo por completo los asentamientos humanos cercanos donde potencialmente podría tener influencia el Proyecto. Este SA tiene un área total de 18,051,600.42 ha, el Área de Influencia del Proyecto abarca 385.620693 ha, ocupando el 21.36 % del SA, finalmente el Proyecto tiene un área de 1.485406 ha, que es el 0.08 % de la superficie del SA.

Dentro de la totalidad del SA se presenta un clima Aw2 (x'), es cual es un clima cálido subhúmedo. De acuerdo a los registros de datos de las estaciones meteorológicas, la temperatura media anual de 25.1 °C, donde los meses más calurosos son junio, julio y agosto, mientras que los meses más fríos son diciembre, enero y febrero. La precipitación media anual varía entre 1,127.4 mm y 1,221.2 mm, la temporada de lluvias empieza en junio y termina en octubre. Respecto a la evaporación, esta se registra de 1,497.8 y 1615.4 mm.

Otros fenómenos climatológicos que ocurren dentro del Sistema Ambiental son las lluvias, con un promedio de 92 días al año, mientras que las tormentas eléctricas son escasas y de granizo no se tiene registro. En general, el SA y SP están amenazados por la ocurrencia de huracanes y tormentas tropicales. En el municipio de solidaridad hay alta vulnerabilidad a las inundaciones debido a que, por su cercanía al mar, el agua puedo ser arrastrada tierra adentro.

En el SA se registran sequías intraestivales, cuando la precipitación es menor a la media mensual, estacional o anual, en 10 años se registró que la peor sequía que ocurrió fue clasificada como severa y fue en los meses de mayo, junio y julio del año de 2011.

Los vientos predominantes en el SA provienen del sureste y en promedio alcanzan velocidades de 10 km/hr. En Quintana Roo no hay un programa para la medición del aire, sin embargo, se estima que en 2016 se emitió 17,314.60 toneladas de Carbono, 106.23 de óxido de azufre, 3327.92 de óxidos de nitrógeno y 19363.80 de compuestos orgánicos volátiles.

El Sistema Ambiental se encuentra en la Provincia fisiográfica "Península de Yucatán, que se caracteriza por una superficie plana en la porción norte y lomeríos prolongados con altitud de

hasta 200 msnm. La Subprovincia "Carso Yucateco", donde se encuentra el SA, se caracteriza por una planicie calcárea con ligeras ondulaciones y un ligero declive que desciende hacia la costa, con fallas orientación NE en la parte centro-norte. El SA se presenta en mayor medida sobre la topoforma de Llanura rocosa de piso rocoso o cementado, y una pequeña porción presenta Playa o Barra de piso rocoso o cementado, con altitudes de 10 m que desciende hasta llegar a la costa, y con pendiente promedio menor al 5%.

La Plataforma de Yucatán, sobre la que se encuentra el SA y el Sitio del Proyecto, es una plataforma parcialmente emergida constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas del mesozóico tardíao y Cenozóico. Las rocas más antiguas sobre la plataforma son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas del Paleoceno-Eoloceno con intercalaciones de margas y evaporitas constituidas por yeso, anhidrita -sulfatos de calcio- y halita -cloruro de sodio; las rocas más jóvenes corresponden a coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcilloso en la franja costera.

A 20 km al oeste del SA se encuentran lineamientos de orientación NE-SW que fueron interpretadas como fallas normales derivadas de una tectónicas distensiva, conforman la depresión Ignacio Zaragoza- Chumpón de la cual delimitación oriental de lineamientos Tulum, Pozo, Constituyentes, Juárez y Agua Azul. El SA presenta escasas probabilidades de riesgo por sismo, ya que se ubica dentro de la Zona A (CFE, 2015), donde el riesgo de daños es bajo, en el SA tampoco se observan derrumbes o deslizamientos.

Dentro del SA se encuentran dos tipos de suelo: Leptosol y Arenosol, el Leptosol se desarrolló en la mayor parte del SA y cubre completamente el sitio de proyecto, el arenosol cubre en el norte del SA una franja de la costa. Respecto a la erosión, para la zona costera donde se encuentra el sitio de proyecto existe degradación física extrema del suelo por perdida de la función productiva por la urbanización en esta área.

El SA se encuentra dentro de la Región Hidrológica No. 32 Yucatán Norte y dentro de la cuenca hidrológica Quintana Roo y Subcuenca RH32Aa Quintana Roo. En la Región Hidrológica Yucatán Norte no existen escurrimientos superficiales, mientras que la subcuenca se caracteriza por ser de tipo exorreica, con área de 14, 372.29 km2 y drenaje hacia el mar. En la superficie del SA y sitio de proyecto no se observan corrientes de agua, solamente cuerpos de agua que tienen contacto directo al mar.

El SA se encuentra localizado en el acuífero administrativo Península de Yucatán, que abarca una superficie de 124,409 km^2, es de tipo libre y tiene una transmisividad es de 1 m^2/s lo que permite un movimiento rápido del agua subterránea, pero con poca carga hidráulica, bajo gradiente hidráulico y un nivel freático estable. Los principales aprovechamientos del acuífero son el uso agrícola (62.1 %), abastecimiento público (32.9 %), uso industrial (4 %) y para uso doméstico y de abrevadero (1 %). Respecto a la calidad del agua subterránea, el problema más destacable dentro del acuífero es la salinidad que se incrementa a lo largo del flujo desde tierra dentro hacia la costa, limitando su aprovechamiento. El acuífero es vulnerable a la contaminación por aguas negras, uso excesivo de fertilizantes y descarga de aguas residuales industriales, de granjas, basureros, gaseras, etc., debido a la ausencia de un filtro como un medio poroso y la escasa profundidad del agua subterránea, así como fácil disolución de las rocas calizas, que producen oquedades y conductos hacia el acuífero. Por el contenido de los elementos mayores en la química de agua se definieron las familias de agua como sódico cloruradas y cálcica bicarbonatadas.

Con la recarga total media anual de 21,813.4 Mm^3/año, un volumen de descarga natural comprometida de 14,542.2 Mm^3/año y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 4,428.48 Mm3/año se calcula una disponibilidad media anual de agua subterránea de 2,842.72 Mm^3/año.

La vegetación del sitio del proyecto se encuentra en fase de recuperación, ya que la mayor parte de la superficie, corresponde a vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana

Subperennifolia, al solo encontrarse 69 especies pertenecientes a 35 familias botanicas, comparada con las 128 especies encontradas en los puntos de muestreo del SA, es de destacar que además de las 69 especies encontradas tres se consideran exóticas del sitio, además de algunas especies típicas de sitios perturbados que se encuentran en proceso de recuperación, también es de destacar que en el sitio del proyecto se encontraron tres especies con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Chit, Mangle botoncillo y Palmita), estas mismas especies se encuentran en el SA y además se tiene el registro de otras cinco mas las cuales son para el sitio del proyecto (Palma kuka, Mangle blanco, Cedro, Ts´ipil ó despeinada y Guayacán), solo una especie se considera endémica que es Ts´ipil ó despeinada (*Beaucarnea pliabilis*), la cual solo se localizó en el SA, estando totalmente en el SP.

En cuanto a la fauna, se registró para el SP una cantidad de 61, especies pertenecientes a 39 familias de las que se tienen evidencia directa por medio del registro fotográfico, fototrampeo, trampeo mediante trampas Sherman, Tomahawk y redes de niebla, de estos registros se constató la presencia de cinco especies comprendidas con algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales un reptil (Iguana verde), un anfibio (Sapo excavador mexicano) y dos aves (Loro frentiblanco y Perico pechisucio) tiene estatus de protección mientras que un reptil (Iguana negra de cola espinosa) se considera amenazado, ninguna especie registrada en el SP se considera endémica.

La calidad paisajística del sitio está dada principalmente por: la facilidad de observar fauna nativa, la presencia del mar en la costa y las masas de vegetación verde y la altura de los árboles; factores que disminuyen esta calidad es la modificación del paisaje por los asentamientos humanos, la presencia de sargazo y basura que son arrastrados a la costa por la marea, y la carencia de elevaciones en el área.

La fragilidad del paisaje en el SP y AI es media-baja debido a la alta capacidad de absorción visual dada por la baja pendiente (por las topoformas de llanura y playa o barra) observada en el sitio que más bien presenta un plano horizontal de dominancia visual, otorgando poca visibilidad en la zona donde se encuentra el SA y SP, otro factor es la altura y la densidad de la vegetación circundante, que reducen aún más la visibilidad. El paisaje del SP y AI es de importancia visual, pero es muy similar a paisajes apreciables a lo largo del SA y sus alrededores.

De acuerdo con INEGI (2010), dentro del SA se encuentran 29 localidades las cuales son de carácter rural. En total, en el SA hay un total de 166,682 habitantes de los cuales 87, 409 son hombres, 79,218 mujeres y 35 habitantes. Algunas de estas localidades al parecer son más bien centros turísticos, y muchas de ellas carecen de información, por lo que solamente se eligieron aquellas que contaban con información más completa y que fueron 9 en total.

La población más numerosa dentro de las localidades del SA es aquella que tiene 18 años y más, mientras que aquella que cuenta con 60 años y más es muy baja para las localidades del SA. En general, en 8 de las nueve localidades hay mayor número de Población Económicamente Activa que Inactiva. La principal actividad económica del estado de Quintana Roo son los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.

El grado de marginación del municipio de Solidaridad, donde se encuentra el SA, es muy bajo, ocupando el noveno lugar en contexto estatal y el 2,349 en contexto nacional. Respecto a la salud de los habitantes de las localidades del SA, el 23.7 % no es derechohabiente, de la población restante, tienen acceso al IMSS (57%), Seguro Popular (12.33%), el ISSSTE (0.83 %) y el ISSSTE Estatal (0.01%). En cuanto a educación, el grado promedio de escolaridad de las localidades del SA fue de 9.7, lo que representa un nivel escolar por encima de la media nacional, que es de 9.2, sin embargo, todavía se encuentran personas que son analfabetas dentro de los habitantes.

En las zonas rurales se conserva la música tradicional maya como el Mayapax y jaranas de origen yucateco. De la gastronomía, predominan platillos de mariscos y pescados, en la zona

rural se mantiene la tradición de la comida maya a base de caza de monte y con gran influencia yucateca en la preparación. Existen centros turísticos en el área, donde hay artesanías de madera, palma, piedra caliza, resina y bordados a mano en la elaboración de vestimentas tradicionales. También se encuentra el museo Centro de Estudios y Deportes Acuáticos de México, en el cual se exponen vestigios de galeones e instrumentos de la época colonial.

En el **Tabla 4.38** se muestran los diferentes componentes del SA por separado y se describen sus características más destacadas.

Tabla 4. 9. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental, descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Clima	El clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Los elementos del clima (precipitación, evaporación, temperatura, viento) tienen una gran influencia a los componentes del SA, como se presentan en el tipo de vegetación, en el desarrollo y humedad de suelo o en la manera de escurrimiento provocando una erosión (eólica o hídrica) más o menos significativa. Diferentes servicios ambientales pueden variar en función de los factores que determinan el clima. La regulación del clima de los ecosistemas corresponde a un servicio ambiental muy importante, ya que la mayor parte de los componentes de cualquier ecosistema son sensibles a las condiciones climáticas. Un cambio en la cobertura vegetal puede provocar alteraciones en el microclima; una remoción de la cobertura vegetal provoca cambios de los patrones energéticos (el flujo latente y sensible) y el albedo (Chapin *et al*., 2002). Estos cambios se pueden mostrar por un aumento de temperatura y reducción de precipitación.	El Proyecto comprende una superficie total correspondiente al 0.08% con respecto a la superficie del SA. Se modificará mínimamente el microclima del lugar, debido a la remoción parcial de la vegetación en el predio que se utilizará para la construcción, pues se tiene contemplado conservar parte de la vegetación existente en el sitio. Por la vegetación que se despoje, se provocará el aumento de temperatura en el lugar a escala microclimática, pues la falta de cobertura originará que los rayos solares lleguen directamente al suelo y a las construcciones, absorbiendo y emitiendo calor. También se provocará una disminución mínima en la evapotranspiración e infiltración de agua, pero esta escurrirá desde las vialidades o desde la construcción hacia las áreas cercanas donde será absorbida por el suelo y las plantas. La parte de vegetación que se removerá provocará la liberación del carbono que fue capturado mediante fotosíntesis, tanto en las diferentes estructuras de las plantas, como en la materia orgánica del suelo. El clima a menudo se ve determinado por los efectos de la orografía, pero en este caso no aplica porque la orografía del sitio no se modificará.

Tabla 4. 9. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental, descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Relieve y geomorfología	Las unidades geológicas y el desarrollo tectónico del sitio determinan la imagen paisajística con las diferentes topoformas geomorfológicas y el relieve, las cuales en combinación con los elementos climatológicos influyen en el nivel de erosión hídrica y eólica. En caso de precipitaciones máximas se pueden generar aumentos en la escorrentía de forma turbulenta y según el material geológico el volumen arrastrado. Para mitigar el efecto de erosión hídrica, la vegetación juega un rol importante. En zonas donde la densidad vegetal es mayor, la erosión del suelo por el agua es menor.	En el SA no existe elevaciones, está conformado por las topoformas Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y Playa o barra de piso rocoso o cementado. La pendiente en el SA es menor a 5 %. Por parte del Proyecto, no habrá modificación alguna del relieve.
Suelo	Las propiedades del suelo tienen una gran influencia en diferentes controles de procesos ecológicos. Este recurso juega un rol muy importante en los ciclos de carbono, nitrógeno y agua; y es importante para el crecimiento de vegetación. (Chapin *et al*., 2002). Las acciones humanas influyen directamente en este recurso, pues el uso agropecuario, uso de fertilizantes, la irrigación y el cambio de uso de suelo, pueden provocar cambios en sus propiedades. Los procesos de erosión eólica (temporada de sequía) e hídrica (temporada de lluvias torrenciales), clima, topografía, vegetación y características particulares del tipo y uso del suelo, determinan su vulnerabilidad.	El sitio será un poco más susceptible a la erosión, sobre todo durante las tormentas tropicales y huracanes, debido a que el agua que no se infiltra aumentará la escorrentía superficial y aumentando el arrastre e impactando al suelo. Otro impacto que tendrá será degradación debido a la pérdida de la función productiva por la construcción, este impacto se encuentra dentro de la zona de la costa dentro del SA, debido a la urbanización del área. Se afectará en cierta medida al suelo que será retirado por el despalme para la construcción, sin embargo, el SA la capa superficial es muy delgada, por lo que se buscará resguardarlo para su posterior utilización en las áreas verdes.

Tabla 4. 9. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental, descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Hidrología superficial	Las condiciones climatológicas y geológicas del sitio determinan los patrones de drenaje y los caudales de los escurrimientos. Cualquier modificación en las características geomorfológicas y del relieve que sea de forma natural o por acciones humanas influye en los patrones y caudales. Disturbios ocasionados por la actividad humana afectan la cantidad y/o calidad del escurrimiento, tales como procesos como el cambio de uso de suelo (infiltración y escurrimientos), construcción de viviendas (abastecimiento y aguas residuales), nivelación de terrenos y pavimentación (escurrimientos), entre otros.	En el SA no existen corrientes superficiales de agua, por lo que no se afectará ninguna corriente. Para su construcción tampoco pretende alterar cuerpo de agua alguno. Sin embargo, para la construcción se pretende abarcar cierta área para los edificios y vialidades dentro del proyecto, lo que disminuirá la cobertura de suelo, disminuyendo la infiltración de agua en el sitio del Proyecto, pero esta agua se prevé que se infiltre en las áreas aledañas o escurra hacia el mar. El SA limita al este con el mar de la costa de Quintana Roo. Durante la construcción se pondrán medidas necesarias para evitar que el mal manejo de la basura o las aguas residuales generadas por los trabajadores vaya a dar al mar. Durante la ejecución del Proyecto también se realizarán medidas para el manejo de los residuos sólidos generados y se le dará mantenimiento constante al área para mantener a la costa libre de basura que pueda ser arrastrada por la marea.

Tabla 4. 9. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental, descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Hidrología subterránea	Los acuíferos constituyen una fuente de agua muy importante para concentraciones humanas e industriales, especialmente en zonas áridas y semiáridas; asimismo, el agua constituye un soporte a los ecosistemas naturales. A medida que una población o la industria crece y el uso de suelo se hace más extenso, se incrementa la demanda de fuentes alternas de agua. Por esta razón es importante un manejo sustentable, y se tiene que mantener la recarga de acuíferos, así como la buena calidad del agua y evitar que se contamine. Las principales fuentes de contaminación son las aguas residuales municipales, aguas residuales industriales y la agricultura (uso de fertilizantes y pesticidas).	Dentro del SA, la recarga del acuífero es homogénea y depende de la distribución de las precipitaciones pluviales en la península donde el agua infiltra por el suelo y recarga rápidamente sin mayores obstrucciones a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución, para el Proyecto, es poco probable que pueda perturbar la recarga del acuífero, debido a es un área muy pequeña y que se sitúa en la orilla de la costa, por lo que el agua de estas áreas cercanas a la costa escurra al mar. Las condiciones hidrogeológicas del acuífero propician una contaminación del agua subterránea, pues las cavernas, oquedades y conductos existentes facilitan la propagación de contaminantes al acuífero, también tiene ausente algún medio poroso que pueda actuar como filtro para los contaminantes. Por la falta de una red hidrológica bien desarrollada en la península el acuífero es la única fuente de abastecimiento de agua en la Península de Yucatán, para todos los usos. Para el Proyecto no se afectará de ninguna manera al acuífero por contaminación, y el impacto por el uso de agua será menor, pues las aguas residuales que se generarán serán tratadas por la Planta de Tratamiento. Además, el volumen que se extrae del acuífero para uso dentro de la zona es despreciable en comparación con la recarga, lo que se ve reflejado en una disponibilidad positiva de agua.

Tabla 4. 9. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental, descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Vegetación y uso de suelo	El tipo de vegetación es uno de los componentes más importante de un ecosistema. Varios procesos ecológicos y biológicos dependen de este recurso, presentando un papel importante en la regulación de clima, retención de suelo y regulación de ciclos de agua, nitrógeno, carbono, entre otros (Chapin *et al*., 2002). Por otro lado, la vegetación es usada como materia prima para la generación de energía, material para la construcción, alimento y forraje para animales domésticos. Finalmente, este recurso es un elemento clave en el contexto de los bienes y servicios ambientales que puede ofrecer un ecosistema.	En el SA, el tipo Urbano Construido es el uso de suelo dominante, seguido por la vegetación como: vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, de maglar, selva mediana subperennifolia, sin vegetación aparente y agua. En el SA se presenta una especie endémica, de nombre común Despeinada (Nombre maya: Ts' ipil, nombre científico *Beucarnea pliabilis*), que además está en la categoría de amenazada, sin en el Sitio del Proyecto esta **No** está presente. Para el SA se encuentran especies bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 siendo: las especies palma kuka, mangle botoncillo, palma chit, mangle blanco, el cedro y el guayacán. Para el SP hay tres especies con categoría de norma, las cuales son el mangle botocillo, palma chit y palmita, los cuales serán reubicados.

Tabla 4. 9. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental, descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Fauna	La presencia de fauna silvestre depende mucho de la cobertura vegetal, tipo de uso de suelo y calidad de su hábitat natural. Características como presencia, composición, diversidad y abundancia, son indicadores de la calidad de un ecosistema. Los disturbios humanos (cacería, fragmentación del paisaje, destrucción del hábitat natural y competencia con animales domésticos) afectan directamente e indirectamente la presencia de la fauna silvestre.	La fragmentación del SA es originada por la transformación del paisaje producto de las actividades humanas. En cuanto AI del SP, estos son ocupados por centros de descanso y recreación, donde se encuentran áreas donde se conserva la vegetación nativa y de ornato, aunque hay constante actividad humana, diversidad de fauna silvestre se deja ver por el lugar y parece haberse acostumbrado a la presencia humana. Dentro de este sitio turístico se tomarán las medidas necesarias para cuidar la fauna silvestre y el ambiente, la prohibición de no tener contacto con esta fauna y de no lastimarlos o cazarlos, otras acciones que se toman para su protección es el asegurar las tapas de los botes de basura para evitar la dispersión de la basura y al mismo tiempo evitar que ingieran sustancias peligrosas o queden atorados en bolsas o latas. En el área se tiene prohibido molestar o cazar a la fauna. En el SA y SP no se encuentran endemismos. En cuanto especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el SP se observaron dos especies de aves el perico frentiblanca y pechisucio, bajo el estatus de protección, dos especies de reptiles que son la iguana verde bajo es estatus de protección e iguana negra bajo amenaza, de anfbios el sapo excavador bajo la categoría de protección. Por lo que se ejecutará un Programa de ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.

Tabla 4. 9. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental, descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Paisaje	El paisaje se puede identificar como el conjunto del medio, contemplando éste como un indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes (rocas, agua, aire) y vivos (flora, fauna y humano). Existen diferentes tipos de contaminantes paisajísticos: los físicos y biológicos, es decir, todas aquellas acciones que indirectamente interfieren desfavorablemente con el sentido de la vista del ser humano, afectando principalmente la visibilidad o calidad paisajística (Conesa, 2010). Por otro lado, existen disturbios directos en forma de modificación del paisaje, que afectan la naturalidad o singularidad, como es el cambio de uso de suelo, cambios topográficos, modificación del recurso agua, introducción de nuevas estructuras, obras de ingeniería, ruidos continuos, materiales y colores inadecuados, entre otros (Conesa, 2010).	En el SA donde se pretende llevar a cabo el Proyecto, cuenta con una cuenca visual muy limitada debido a que se encuentra sobre una planicie, careciendo de elevaciones que funcionen como puntos de observación, además la densidad de la cobertura de vegetación nativa y la elevada altura de los árboles es otro factor que limita la visibilidad en el sitio. La calidad paisajística del sitio es media-baja, y está dada principalmente por la facilidad de observar fauna silvestre; la presencia de masas de vegetación verde y la variación de los estratos; de manera negativa existen aspectos que disminuyen su calidad, como la modificación del paisaje por los asentamientos humanos, la presencia de sargazo y basura que son arrastrados a la costa por la marea, y la carencia de elevaciones en el área. La fragilidad del paisaje en el SP y AI es media-baja debido a la alta capacidad de absorción visual, que la cobertura de la vegetación tiene contrastes, pero estos no son sobresalientes y es similar en los alrededores.

Tabla 4. 9. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental, descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
Componente social y economía	En el componente socioeconómico podemos encontrar cuatro grupos de factores fundamentales: sociodemográficos, socioculturales, socioeconómicos y servicios de salud (Alfonso y Calderín, 2002). Estos factores interactúan constantemente y algunas de sus repercusiones se ven reflejadas en la satisfacción de las necesidades básicas, la alimentación, uso del suelo, salud, vivienda, trabajo, educación, cultura infraestructura, entre otros. Alteraciones de este componente están vinculadas con los medios bióticos y abióticos; comportándose al mismo tiempo como sistema receptor.	Dentro del SA, todas las localidades son rurales, unas pocas aun con grado de marginación bajo, aunque dentro del municipio el grado de marginación es muy bajo. Aún existe el analfabetismo y se presentan carencias de servicios en algunas viviendas. El Proyecto ampliará los beneficios, de manera permanente a la población local. Entre estos se pueden considerar la generación de empleos, tanto temporales como permanentes, lo cual beneficiaría múltiples familias de la zona.

IV.4 Síntesis del inventario ambiental

Una de las variables para analizar la dinámica ambiental de la zona, es comprender las interrelaciones que se dan entre el conjunto de factores bióticos, abióticos y socioeconómicos que se presentan en tiempo y espacio determinados. La mayoría de los componentes del SA están en interrelación. Si cambian las propiedades de un componente, podría entonces tener influencia en los demás.

Las presiones a que está sujeto el Sistema Ambiental se presenta por la incidencia de huracanes y tormentas eléctricas, estos fenómenos vienen acompañados de fuertes vientos que pueden dañar la vegetación y la fauna presente en la costa. Como consecuencia de estos fenómenos, también están las inundaciones dadas por los fuertes oleajes que arrastran el agua tierra dentro. Como consecuencia de esto, en los asentamientos humanos puede haber afectaciones a la línea eléctrica, drenaje, comunicaciones y edificios, así como desabasto de alimentos y agua.

La incidencia de precipitaciones menores a las medias, definida como sequía, se presenta durante la canícula, este es un nodo de presión dentro del SA porque, precisamente en acuífero depende de la lluvia que se infiltra para su recarga. Las sequías que se presentan van de anormalmente secas a moderadas y con baja frecuencia, aunque se han llegado a presentar sequías severas.

Aunque no se saben los parámetros diarios debido a la falta de un Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire, el SA está bajo la presión de la contaminación del aire por material particulado

(PM2.5 y PM10), óxidos de azufre, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y amoniaco.

También existe presión sobre el SA en cuanto a la degradación física extrema por pérdida de la función productiva por la urbanización del área, en la franja costera del SA. Hacia el oeste del SA, la degradación es ligera y se da por pérdida de la fertilidad por la deforestación y la remoción de la vegetación.

En relación a la hidrología superficial, se carece de corrientes superficiales en la Región Hidrológica y la subcuenca, debido a la gran capacidad de infiltración del terreno que impide una red de flujo superficial.

En el acuífero, el problema más destacable es el incremento de la salinidad a lo largo del flujo de tierra hacia la costa, este factor limita el aprovechamiento de agua en el acuífero. Además, el acuífero es muy vulnerable a la contaminación por descargas de agua residuales debido a que las oquedades, cavernas y conductos facilitan la entrada de los contaminantes al suelo y su propagación. Otro factor es la escasa profundidad del agua subterránea y a que no cuenta con algún medio poroso que actúe como filtro de los contaminantes.

En el acuífero no existen cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua por la extracción y por lo cual se deduce que el volumen de agua extraído es despreciable en comparación con la recarga, debido a que agua infiltra por el suelo y recarga rápidamente sin mayores obstrucciones a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución.

La principal amenaza tanto para la flora y la fauna es la expansión del turismo, lo que conlleva a que también se amplíen zonas de servicios, vivienda de trabajadores y comercio.

El paisaje dentro del SA tiene presión en cuanto al sargazo y a la basura que llega a las costas, afectando la calidad visual. Otro elemento que lo afecta es el uso de suelo de Urbano Construido que abarca la mayor parte del Sistema Ambiental, más que algún tipo de vegetación.

A nivel socioeconómico, el SA no tiene gran presión, debido a que el grado de marginación del municipio es muy bajo, y a que la proporción de la población ocupada frente a la desocupada es mucho mayor, sin embargo, aún se encuentran personas analfabetas, muchas sin derechohabiencia y algunas casas sin alguno de los servicios básicos.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1 Identificación de impactos.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Para la identificación y valoración de los impactos ambientales, existen un gran número de métodos, entre ellos se encuentran las matrices de interacciones causa-efecto, la superposición de imágenes y/o capas de información a partir del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), métodos basados en parámetros, índices e integración de la evaluación como lo son el Método de Holmes y el de Fisher-Davies y métodos cuantitativos como lo son el Método Battelle-Columbus y el Método de Domingo Gómez Orea.

Siguiendo las recomendaciones del Anexo denominado Métodos para la identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales incluido en la Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental publicada por la SEMARNAT, para la identificación de los impactos ambientales se llevará a cabo una matriz de interacciones causa-efecto, mientras que para la evaluación cuantitativa se aplicó el Método Battelle-Columbus (MBC), siendo este, un método reconocido internacionalmente para el proyecto que se pretende desarrollar.

Aun cuando el MBC fue diseñado originalmente para su aplicación en materia de agua, en la actualidad, este ha sido modificado para poder ser aplicado en todo tipo de proyectos. Este modelo opera sobre un árbol de factores ambientales organizado en cuatro niveles denominados categorías, componentes, parámetros y medidas. Cada categoría está dividida en componentes y a su vez cada componente está dividido en diferentes parámetros y cada parámetro en una o más medidas. El método identifica cuatro (4) categorías, dieciocho (18) componentes y setenta y ocho (78) parámetros. El método realiza la comparación de estos impactos bajo dos posibles escenarios, en el supuesto que el proyecto no se desarrolle y cuando este se encuentra desarrollado. En las siguientes secciones se explicará de forma más detallada la metodología.

Debido a la naturaleza del proyecto, y como se describe en las secciones I.1.1 y II.1.1 de esta MIA-P, el presente estudio tiene dos objetivos, los cuales a continuación:

- Objetivo 1.- Evaluar los impactos de las actividades previas desarrolladas en el sitio y no relacionadas a actividades turísticas, que originaron el Procedimiento Administrativo ante la PROFEPA, y
- Objetivo 2.- La evaluación de impacto ambiental para las obras y actividades de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento y abandono de un Hotel.

Es importante hacer notar que para ambos casos se eligió seguir la misma metodología de evaluación de impactos ambientales para mantener una firmeza científica y metodológica, evitando así inconsistencias dentro de la evaluación.

A pesar de que como parte del MBC, se lleva a cabo una identificación de las categorías, componentes y parámetros que se encuentran involucrados en el proyecto, se llevó a cabo una identificación previa de los impactos utilizando una matriz de interacciones de causa-efecto para la identificación de los impactos ambientales en cada una de las actividades. Para la presente Manifestación de Impacto ambiental, se desarrolló una matriz de interacciones para las actividades realizadas previamente en el sitio, y otra matriz para las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y abandono del Hotel Puerto Aventuras.

La matriz consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas filas se ordenan o disponen los componentes ambientales susceptibles de recibir impacto y en las columnas las acciones causantes de

impacto. En concordancia con el MBC, los indicadores de impacto se derivan de los parámetros ambientales de carácter bióticos, abióticos, biológico, estéticos y socioeconómicos que existen en el sitio del proyecto. Los indicadores de impacto operan con base en la premisa de las diferencias en el grado de alteración o contaminación que será ocasionada por el proyecto sobre el parámetro ambiental con respecto a un referente o línea de base (valores iniciales), que puede ser una condición ideal o la condición actual; dicho parámetro puede ser medido por uno o más indicadores. En cada celda se marcó con un sombreado si es que la acción (j) en cuestión, es causa de impacto en el componente ambiental (i). En caso de no existir relación causa-impacto la celda queda en blanco. Una vez identificadas las interacciones se procedió a clasificar las interacciones en las siguientes cuatro categorías:

	Impacto Negativo – Significativo		Impacto Positivo – Significativo
	Impacto Negativo – No Significativo		Impacto Positivo – No Significativo

Es necesario señalar, que en las matrices de interacciones no se realiza ninguna estimación cuantitativa acerca de los impactos, la matriz de interacciones permite definir los parámetros ambientales que se verán afectados (en algún sentido), por las actividades de un proyecto. En la **Tabla V.1** se presenta la matriz de interacciones para las actividades determinadas en la resolución ambiental emitida por PROFEPA, mientras que, en la **Tabla V.2**, se presenta la matriz de interacciones para las actividades planteadas para el desarrollo del Hotel Puerto Aventuras.

Tabla V.1 Matriz de interacciones de las actividades previas (Objetivo 1) con los parámetros ambientales

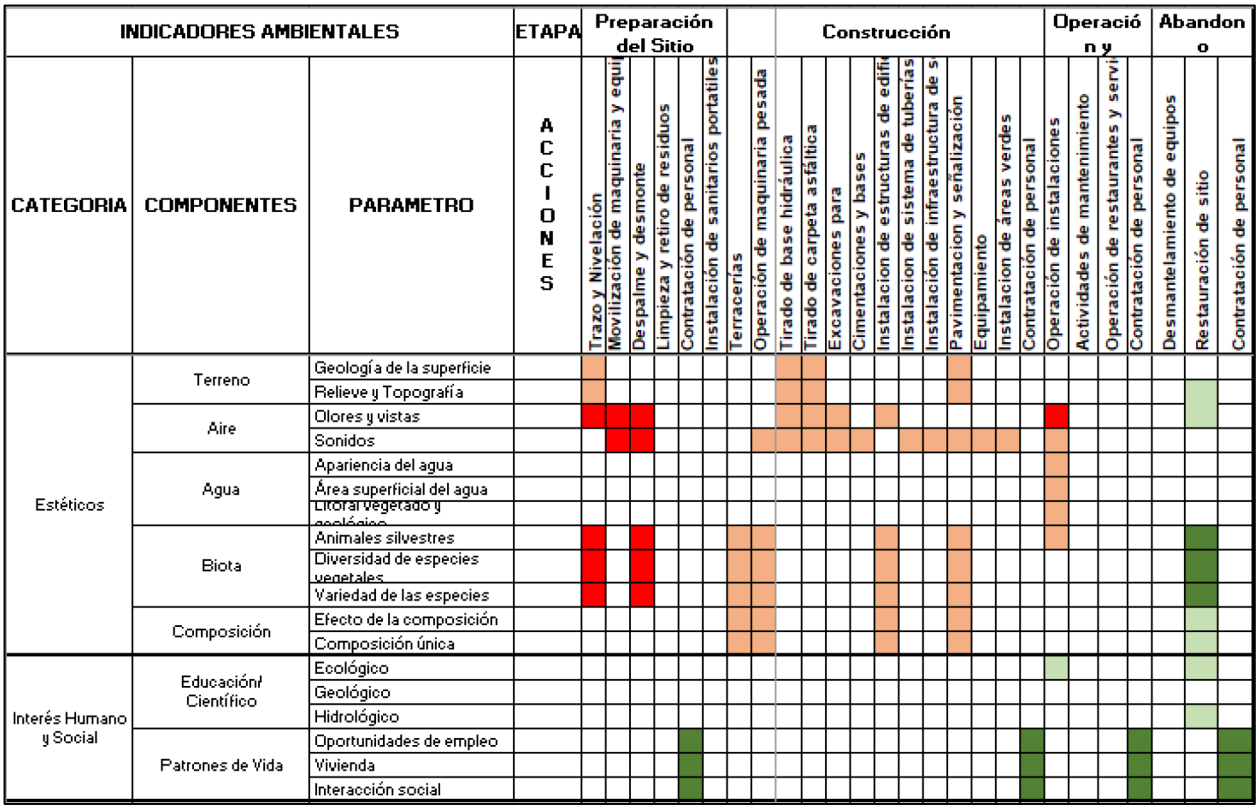
INDICADORES AMBIENTALES			**Actividades previas**			
CATEGORIA	**COMPONENTES**	**PARAMETRO**	**Colocación de una caseta**	**Brecha rellena y compactada**	**Dos áreas desprovistas de vegetación**	**Dos montículos de sargazo**
Ecología (Factores bióticos)	Especies y Población Terrestres	Vegetación natural				
		Especies plaga				
		Sobrevuelo de aves				
	Especies y Población Acuática	Vegetación natural				
		Aves pescadoras				
	Hábitat y Comunidades Terrestres	Índice de cadena				
		Uso del suelo				
		Especies raras y en				
		Diversidad de especies				
	Ecosistemas	Ecosistemas				
Factores Fisicoquímicos (Abióticos)	Calidad del agua	Demanda Bioquímica de				
		Oxígeno disuelto				
		Coliformes fecales				
		Carbón inorgánico				

INDICADORES AMBIENTALES			Actividades previas			
CATEGORIA	**COMPONENTES**	**PARAMETRO**	**Colocación de una caseta**	**Brecha rellena y compactada**	**Dos áreas desprovistas de vegetación**	**Dos montículos de sargazo**
		Nitrógeno inorgánico				
		Fosfato inorgánico				
		pH				
		Variación del flujo				
		Temperatura				
		Sólidos disueltos totales				
		Turbidez				
	Calidad del aire	Monóxido de Carbono				
		Hidrocarburos				
		Óxidos de nitrógeno				
		Materia Particulada				
		Oxidantes fotoquímicos				
		Óxidos de azufre				
	Calidad del suelo	Uso de suelo				
		Erosión del suelo				
	Ruido	Ruido				
Estéticos	Terreno	Geología de la superficie				
		Relieve y Topografía				
	Aire	Olores y vistas				
		Sonidos				
	Agua	Apariencia del agua				
		Área superficial del agua				
		Litoral vegetado y				
	Biota	Animales silvestres				
		Diversidad de especies				
		Variedad de las especies				
	Composición	Efecto de la composición				
		Composición única				
Interés Humano y Social	Educación/ Científico	Ecológico				
		Geológico				
		Hidrológico				
	Patrones de Vida	Oportunidades de empleo				
		Vivienda				
		Interacción social				

RAMBOLL

Tabla V.2 Matriz de interacciones del proyecto Hotel Puerto Aventuras

INDICADORES AMBIENTALES			ETAPA	Preparación del Sitio							Construcción														Operación y				Abandono		
CATEGORIA	COMPONENTES	PARAMETRO	ACCIONES	Trazo y Nivelación	Movilización de maquinaria y equi	Despalme y desmonte	Limpieza y retiro de residuos	Contratación de personal	Instalación de sanitarios portatiles	Terracerías	Operación de maquinaria pesada	Tirado de base hidráulica	Tirado de carpeta asfáltica	Excavaciones para	Cimentaciones y bases	Instalacion de estructuras de edifi	Instalacion de sistema de tuberías	Instalación de infraestructura de s	Pavimentacion y señalización	Equipamiento	Instalacion de áreas verdes	Contratación de personal	Operación de instalaciones	Actividades de mantenimiento	Operación de restaurantes y servi	Contratación de personal	Desmantelamiento de equipos	Restauración de sitio	Contratación de personal
Ecología (Factores bióticos)	Especies y Población Terrestres	Vegetación natural																												
		Especies plaga																												
		Sobrevuelo de aves																												
	Especies y Población Acuática	Vegetación natural																												
		Aves pescadoras																												
	Hábitat y Comunidades Terrestres	Indice de cadena alimenticia																												
		Uso del suelo																												
		Especies raras y en peligro																												
		Diversidad de especies																												
	Ecosistemas	Ecosistemas																												
Factores Fisicoquímicos (Abióticos)	Calidad del agua	Demanda Bioquímica de Oxígeno																												
		Oxígeno disuelto																												
		Coliformes fecales																												
		Carbón inorgánico																												
		Nitrógeno inorgánico																												
		Fosfato inorgánico																												
		pH																												
		Variación del flujo																												
		Temperatura																												
		Sólidos disueltos totales																												
		Turbidez																												
	Calidad del aire	Monóxido de Carbono																												
		Hidrocarburos																												
		Óxidos de nitrógeno																												
		Materia Particulada																												
		Oxidantes fotoquímicos																												
		Óxidos de azufre																												
	Calidad del suelo	Uso de suelo																												
		Erosión del suelo																												
	Ruido	Ruido																												



1. *Lista Indicativa de Indicadores de Impacto*

En la **Tabla V.3** presentada a continuación, se muestran las categorías, componentes y parámetros identificados en las matrices de interacciones presentadas anteriormente. Como se puede apreciar en la matriz, se identificaron 18 componentes y 58 parámetros en conjunto, estos parámetros serán utilizados para la evaluación cuantitativa de impactos mediante el MBC.

Tabla V.3 Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental		
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**
Ecología (Factores bióticos)	Especies y Población Terrestres	Vegetación natural
		Especies plaga
		Sobrevuelo de aves
	Especies y Población Acuática	Vegetación natural
		Aves pescadoras
		Índice de cadena alimenticia

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental		
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**
	Hábitat y Comunidades Terrestres	Uso del suelo
		Especies raras y en peligro
		Diversidad de especies
	Ecosistemas	Ecosistemas
Factores Fisicoquímicos (Abióticos)	Calidad del agua	Pérdida hidrológica de la cuenca
		Demanda Bioquímica de Oxígeno
		Oxígeno disuelto
		Coliformes fecales
		Carbón inorgánico
		Nitrógeno inorgánico
		Fosfato inorgánico
		pH
		Variación del flujo
		Temperatura
		Sólidos disueltos totales
		Turbidez
	Calidad del aire	Monóxido de Carbono
		Hidrocarburos
		Óxidos de nitrógeno
		Materia Particulada
		Oxidantes fotoquímicos
		Óxidos de azufre
	Calidad del suelo	Uso de suelo
		Erosión del suelo
	Ruido	Ruido
Estéticos	Terreno	Geología de la superficie
		Relieve y Topografía
	Aire	Olores y vistas
		Sonidos
	Agua	Apariencia del agua
		Área superficial del agua
		Litoral vegetado y geológico
	Biota	Animales silvestres
		Diversidad de especies vegetales
		Variedad de las especies

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental		
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**
	Zonas Antropológicas	Zonas antropológicas
	Composición	Efecto de la composición
		Composición única
Interés Humano y Social	Educación/ Científico	Arqueológico
		Ecológico
		Geológico
		Hidrológico
	Zonas antropológicas	Arquitectura y estilos
		Eventos
		Personas
		Religiones y culturas
	Culturales	Indígenas
		Otros grupos étnicos
		Grupos religiosos
	Patrones de Vida	Oportunidades de empleo
		Vivienda
		Interacción social

V.2 Caracterización de los impactos.

V.2.1 Indicadores de impacto

1. *Criterios*

En esta sección se describen los criterios que fueron seleccionados como relevantes para ambas actividades de evaluación de impacto ambiental, es decir, las actividades previas identificadas por la PROFEPA (Objetivo 1), y las actividades proyectadas para el establecimiento de un complejo turístico hotelero (objetivo 2), a continuación, se presentan dichos criterios.

Los factores fisicoquímicos (abióticos) fueron seleccionados contemplando el uso y las condiciones actuales de la zona, la cual presenta elementos de vegetación natural en combinación con elementos turísticos, como una marina artificial, un calle asfaltada, una serie de hoteles y casas, así como un campo de golf, canchas de tenis, zonas comerciales un Museo y templo religioso. El predio del Proyecto y los elementos mencionados, están inmersos en una zona privada, frente a una zona de playa, la cual presenta una alta demanda de servicios turísticos. La región donde se pretende instalar el Proyecto, corresponde al Centro de Población Puerto Aventuras, como se menciona en el Capítulo III de este documento. Esta zona cuenta con buenas vías de como la carretera Federal Cancún-Tulum, una de las principales de la zona.

Para el establecimiento de los criterios, fueron tomados en cuenta todos aquellos parámetros sobre los cuales se considera una afectación de acuerdo a las actividades planteadas en cada uno de los objetivos, ya sea por las actividades desarrolladas previamente (objetivo 1), así como por las actividades que se propone desarrollar con el presente proyecto turístico (objetivo 2).

Categoría Ecología

Componente Especies y Población Terrestres

Parámetro vegetación natural

Con respecto al Objetivo 1, la vegetación del predio del proyecto se vio afectada debido a la remoción de la misma, para el establecimiento del camino, así como para las otras actividades registradas previamente.

Con respecto al Objetivo 2, el sistema Ambiental (SA) definido para el Proyecto, presenta en su mayoría, Vegetación Secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia, con extensiones menores de Manglar, Selva Mediana Subperennifolia y usos no forestales del suelo como: sin vegetación aparente, urbano construido y cuerpos de agua. Así mismo, el Sitio del Proyecto (SP)predio en cuestión, presenta vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia. La presencia de vegetación secundaria, representa una fragmentación tanto del SP como del SA, tal y como se menciona en el Capítulo IV de este documento. Durante el trabajo de campo en el sitio se pudieron observar diversos individuos de fauna, principalmente aves, murciélagos y algunos mamíferos pequeños debido a que presentan un gran rango de movilidad.

Parámetro Especies Plaga

Con respecto al Objetivo 1, se ayudará a las actividades desarrolladas previamente, se tiene que, al causar modificaciones en el sitio, se pudo haber contribuido a disminuir las poblaciones de las especies consideradas como plaga en la zona turística de Puerto Aventuras.

Con respecto al Objetivo 2, se considera que el desarrollo de las actividades ayudará a prevenir el desarrollo de estas, al llevar a cabo la ejecución de programas regulares de limpieza y mantenimiento de las instalaciones a lo largo de la vida útil del proyecto, considerando que la proliferación de fauna nociva es perjudicial para la operación y mantenimiento de niveles higiénicos aceptables en los asentamientos humanos.

Sobrevuelo de las aves

Con respecto al Objetivo 1, se tiene que las actividades desarrolladas pudieron haber modificado la conducta de las aves en el predio del proyecto.

Con respecto al Objetivo 2, se considera que las actividades planteadas para esta etapa podrán modificar los patrones de sobrevuelo de las aves con el incremento de las actividades y la presencia de personas en el predio.

Componente Especies y Población Acuática

Parámetro vegetación natural

Con respecto al Objetivo 1, no se considera una afectación a este parámetro por las actividades previas identificadas por la PROFEPA, ya que no se modificó este recurso.

Con respecto al Objetivo 2, se considera que la dinámica de la vegetación acuática pudiera verse modificada debido al incremento de turistas en la zona.

Parámetro Aves pescadoras

Con respecto al Objetivo 1, se tiene que las actividades desarrolladas pudieron haber modificado la conducta de las aves pescadoras.

Con respecto al Objetivo 2, se considera que las actividades planteadas para este proyecto, podrán modificar las rutas o el comportamiento de esta ornitofauna con la modificación de condiciones en el predio

Componente Hábitat y comunidades terrestres

Parámetro índice de cadena alimenticia

Con respecto al Objetivo 1, en esta actividad las modificaciones serán ligeras, puesto que las actividades previas del proyecto son puntuales y no extensivas.

Con respecto al Objetivo 2, se considera afectación a este parámetro debido a la modificación de las interacciones interespecíficas provocadas por el desarrollo del proyecto, lo cual a su vez modificará la distribución de especies en el predio.

Parámetro Uso de suelo

Con respecto al Objetivo 1, las actividades previas modificaron el uso de suelo de ciertas partes del predio del proyecto.

Con respecto al Objetivo 2, el desarrollo del Hotel Puerto Aventuras, limitará la extensión de la cobertura vegetal presente en el predio actual, lo cual a su vez modificará el uso de suelo.

Parámetro Especies raras y en peligro

Con respecto al Objetivo 1, el desarrollo de las actividades previas impactó a la flora y fauna del predio, de las cuales, alguna pudo haber estado en bajo algún estatus de protección.

Con respecto al Objetivo 2, este parámetro se considera puesto que el predio se encuentran diferentes especies en algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales podrán percibir algún impacto por parte de las actividades planteadas.

Parámetro Diversidad de especies

Con respecto al Objetivo 1, la construcción del camino interior del predio llevó consigo la remoción de ciertas especies de flora, por lo que se considera que la diversidad de especies se vio reducida en algún punto con respecto a su estado original.

Con respecto al Objetivo 2, se espera que con establecimiento del proyecto, la diversidad de especies se vea reducida debido a la remoción de las mismas durante la etapa de preparación del sitio con las actividades de desmonte y despalme.

Parámetro Ecosistemas

Con respecto al Objetivo 1, en lo que concierne a las actividades previas, se estima que modificaron el ecosistema de manera puntual en un grado menor, se considera que las principales obras que contribuyeron a esta modificación

Con respecto al Objetivo 2, El ecosistema que se presente dentro del predio del proyecto se verá modificado en una gran medida debido a la construcción del hotel, con lo que se modificarán las interacciones de las de la biota en el sitio.

Categoría factores fisicoquímicos

Componente Calidad del Agua

Con respecto al Objetivo 1, no se considera una afectación a este componente por las actividades previas identificadas por la PROFEPA, ya que no se utilizó este recurso.

Con respecto al Objetivo 2, se tienen los siguientes parámetros:

El parámetro Pérdida hidrológica de la cuenca se verá modificado debido a que con la construcción del proyecto se verá reducida el área de captación de agua para la recarga del acuífero, esta afectación se presentará solo de manera puntual en las áreas que no presentarán vegetación una vez que el proyecto se encuentre terminado.

En lo referente a los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno disuelto, Coliformes fecales, Nitrógeno inorgánico, Fosfato inorgánico, sólidos disueltos totales, turbidez y pH, se estima que todos estos serán modificados en una medida similar, lo cual se deberá principalmente a las actividades de operación del hotel, con la generación de aguas residuales sanitarias, así como las provenientes de las actividades de limpieza y de la alberca. El agua residual generada por el funcionamiento de las instalaciones será dirigida al alcantarillado municipal, en donde posteriormente será dirigida a la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del desarrollo Turístico de Puerto Aventuras, por lo que no se prevén descargas al suelo o a ningún cuerpo de agua o bien nacional.

El parámetro Variación del Flujo, se verá modificado por el uso de agua principalmente durante la etapa de operación del proyecto, lo que cambiará la disponibilidad de este recurso, por la pérdida de superficie de infiltración y por la potencial contaminación del mismo. El Proyecto utilizará agua para proveer del servicio básico a las habitaciones, a los restaurantes y cafetería, las áreas comunes, la alberca, así como a los servicios auxiliares como la lavandería y la limpieza en general. Para el suministro de agua al sitio del Proyecto, se realizará una interconexión con el sistema de agua municipal para que pueda proveer este servicio, para almacenar el agua se contemplan dos taques con capacidad de 20 m^3, a partir de los cuales será distribuida a las áreas donde es requerida.

El parámetro temperatura se verá afectado principalmente con la operación de las calderas durante la etapa de operación del proyecto, el agua caliente podrá ser utilizada para el abastecimiento a las habitaciones, para las actividades de limpieza, así como para la alberca. El uso de las calderas se prevé que podrá aumentar la temperatura de la descargas de agua.

Componente Calidad del Aire

Objetivo 1 Los parámetros de Monóxido de carbono y la materia particulada se considera que fueron los principales afectados durante las actividades previas debido al transporte del material hasta el sitio del proyecto para la construcción del camino mediante camiones de volteo o similares.

Objetivo 2 A lo largo de la vida útil del proyecto se estima que los parámetro de Monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno serán los mas relevantes debido al uso de las calderas a base de gas L.P. que se utilizarán para el calentamiento del agua para los diversos servicios.

De manera secundaria se tienen las modificaciones de los parámetros de Hidrocarburos, Materia Particulada, Oxidantes fotoquímicos y Óxidos de azufre los a los cuales se consideran afectaciones principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción por el uso de maquinaria pesada, mientras que para la operación del proyecto se estima que el principal contribuyente será el uso de calderas en el sitio.

Componente Calidad del Suelo

Objetivo 1. El parámetro Uso del suelo fue uno de los más afectados durante las actividades de la construcción de la brecha, ya que con esto se modificaron las propiedades físicas del suelo, debido a la compactación de material. Sin embargo, este se considera de una extensión limitada, ya que el área corresponde únicamente a una fracción del predio del proyecto equivalente a 1893.9 m^2. Con respecto a las demás actividades, no se considera una afectación por la realización de las mismas.

En lo referente al parámetro erosión del suelo, se tiene que, durante las actividades previas del proyecto, este parámetro se vio afectado de manera adversa, por las construcción de la brecha y por la remoción de la vegetación.

Objetivo 2. Para el desarrollo del Hotel Puerto Aventuras, el parámetro Uso del suelo se consideró de manera inicial, puesto que, en la etapa de preparación del sitio, se modificará la estructura del suelo por las actividades de excavación, relleno y colocación de cimientos.

Debido al uso de sustancias químicas, limitadas a Pinturas y solventes para el mantenimiento del edificio principal y productos de limpieza para el agua de la alberca, así como a la generación y/o manejo de residuos de manejo especial y peligrosos, se prevé una potencial contaminación del suelo, en áreas puntuales en el caso que ocurra un derrame de sustancias químicas o que algún posible lixiviado de los residuos entre en contacto con el suelo. Este factor fue tomado en cuenta a pesar de que la posibilidad de ocurrencia es mínima, debido a la naturaliza de las actividades del proyecto, además de los procedimientos de manejo de residuos y sustancias químicas que se implementarán en cada una de las etapas del proyecto.

Para el parámetro de erosión del suelo, se tiene que el suelo tendrá cambios debido a la remoción de la capa superior durante la actividad de despalme, así como durante las excavaciones en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

Parámetro Ruido

Objetivo 1. Este parámetro es considerado debido a las emisiones sonoras que se generaron durante las actividades de la construcción de la brecha, así como durante la remoción parcial de la vegetación.

Objetivo 2. El Proyecto turístico planteado, se considera la generación de ruido a partir del tránsito de maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Para la etapa de operación, la principal fuente de ruido será el emitido por los turistas que ocupan el hotel y por las actividades de mantenimiento que se llevarán a cabo de acuerdo al programa de mantenimiento presentado en la **sección II.2.4** del presente documento.

Categoría Estética

Objetivo 1 en el caso de las actividades previas del proyecto, se identificaron los siguientes criterios de impacto en referencia a los parámetros ambientales:

El relieve y la topografía, Apariencia del agua, Área superficial del agua y Litoral vegetado, fueron modificados de manera poco significativa con las actividades previas, puesto que las modificaciones se realizaron en un área pequeña y de manera puntual, el predio no cuenta con cuerpos de agua interiores.

Por otra parte, los parámetros Animales silvestres , Diversidad de especies vegetales, la Variedad de las especies, Olores y vistas, Sonidos, Efecto de la composición y Composición única se considera que pudieron haber teniendo modificaciones más notorias, puesto que uno de los principales impactos de estas actividades bue sobre la biota, con lo que cual se obtiene una modificación inmediata del componente estético, incluso si en los alrededores del predio se presentan importantes complejos de desarrollo urbano.

Objetivo 2 Durante el desarrollo de la vida útil, se espera que el predio tenga modificaciones respecto a su condiciona actual como se presenta a continuación:

Los parámetros que conforman el componente Biota, es decir, los parámetros Animales silvestres , Diversidad de especies vegetales y la Variedad de las especies, serán los principales afectados, puesto que, con el desarrollo del proyecto, es inminente que se realice la remoción de vegetación el algunas de las áreas de predio. además, que los parámetros de Sonidos y Olores y vistas, tendrán alteraciones debido al uso de maquinaria pesada durante las primeras etapas del proyecto. Mientras que los parámetros de Efecto de la composición y Composición única, tendrán su principal afectación en el hecho que el Hotel Puerto Aventuras cambiará la composición del predio del proyecto con la instalación de infraestructura urbana a pesar de que en la zona inmediatamente aledaña se cuente con hoteles, casas privadas, una marina para embarcaciones pequeñas, un campo de golf, vías de comunicación, así como servicios básicos de telefonía, electricidad y drenaje.

Adicionalmente, se espera que los parámetros de Relieve y topografía se vean modificados durante las primeras dos etapas del proyecto por las excavaciones y el movimiento de tierras. Los parámetros de Apariencia del agua, Área superficial del agua y Litoral vegetado y geológico, presentarán su mayor afectación durante la etapa de operación del proyecto, y esto será principalmente debido al afluente de turistas que se internarán en los cuerpos de agua para la realización de actividades recreativas y de esparcimiento, lo cual incrementará la presión que ya existe sobre estos elementos por los desarrollos turísticos que actualmente operan en la zona. Finalmente, el parámetro Zonas antropológicas, tendrá una mínima afectación, puesto que ni en el predio del proyecto, ni en sus alrededores se encuentran vestigios arqueológicos de ningún tipo.

Categoría Interés Humano y Social

Objetivo 1 Dentro de las actividades realizadas previamente, tenemos que el sitio del proyecto tuvo algunas modificaciones, dentro de esto, se tiene que los parámetros principales que tuvieron modificaciones fueron los de Oportunidades de empleo, Vivienda e Interacción social, ya que con las construcción de la brecha, se incrementó la conectividad de un área importante con una vía primaria de comunicación en la zona de Puerto Aventuras.

Mientras que el componente de Educación/científico, se verá afectado de manera ligera en los parámetros Ecológico, Geológico e Hidrológico, puesto que los recursos de interés para ser estudiados se verán modificados y posiblemente opacados en el predio del proyecto

Objetivo 2

Las principal modificación que se presentará en esta categoría, se dará en el componente patrones de vida, en los parámetros de Oportunidades de empleo, Vivienda e Interacción social, puesto que se espera que, con la inversión inicial del proyecto, junto con la derrama económica que generará, dichos parámetros mejorarán considerablemente.

De la misma manera, los parámetros Indígenas, Otros grupos étnicos y Grupos religiosos podrán verse beneficiados una vez que el proyecto se encuentre en operación y aumente el turismo cultural en la zona, puesto que el patrimonio histórico y los vestigios culturales forman parte central del atractivo turístico de la región.

En lo referente a los parámetros Arquitectura y estilos, Eventos, Personas y Religiones y culturas, se espera que encuentren un modesto beneficio con la instalación y operación del proyecto, ya que al igual que en el caso anterior, todos estos parámetros conforman un nicho específico para diversos tipos de turismo.

Finalmente, en el componente científico/educativo se esperan modificaciones en los parámetros Arqueológico, Ecológico, Geológico e Hidrológico, algunos de estos parámetros se esperan se vean afectados ligeramente de manera adversa debido a que, con el desarrollo del proyecto, puede que se modifiquen algunas de las características del sitio que justamente podrían ser de interés para su estudio, como lo es el caso de la vegetación.

2. *Metodología de Evaluación y Justificación de la Metodología Seleccionada*

El método original consiste en 78 parámetros; ambientales, económicos y sociales, organizados en cuatro categorías con 20 componentes, donde las categorías se integran de acuerdo a su grado de importancia; este método fue modificado con base a los criterios descritos en la sección V.2.1., para el proyecto bajo análisis, lo que dio como resultado, 18 componentes repartidos en las cuatro categorías, conteniendo un total de 58 parámetros. Los elementos considerados dentro de la metodología son:

- Unidades de Importancia de los Parámetros (UIP): A cada parámetro se le asigna un valor de acuerdo a su importancia, sumando un total de 1000 unidades. La importancia de los parámetros es evaluada por un grupo de especialistas y el valor final de la importancia de cada parámetro es una evaluación de cada uno de ellos.

- Magnitud de los Impactos (ICA): El ICA toma valores en escala de 0 a 1, dependiendo de la calidad ambiental que presenta empleando el criterio de los especialistas, y por los Indicadores de Impacto de los parámetros.

En general, el procedimiento del SEAB de Battelle consta de los siguientes pasos:

- Ordenamiento de las categorías, componentes y parámetros en orden decreciente de acuerdo con su importancia, como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla V.4 Clasificación en orden de importancia de las categorías empleadas en el método MBC

Categoría	Importancia	Fracción
Factores fisicoquímicos	1	0.533333333
Ecología	0.5	0.266666667
Interés Humano	0.25	0.133333333
Estética	0.125	0.066666667

- Estimación de los coeficientes relativos para cada categoría, desde 0 hasta 1, correspondiendo la importancia de 1 a la categoría más importante, como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla V.5 Estimación de los coeficientes para cada categoría

		Número de componentes por categoría	
Categoría	**Número de componentes**	**Número total de componentes**	
1	4	0.222222222	
2	4	0.222222222	
3	4	0.222222222	
4	6	0.333333333	
Número total de componentes	18	**Suma**	1

Establecimiento de una relación entre cada indicador de impacto, o parámetro, y la calidad ambiental basada en las funciones calculadas o estimadas del desempeño del ambiente aún y cuando los parámetros cambien, como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla V.6 Relación entre cada indicador de impacto

	NÚMERO DE COMPONENTES POR CATEGORÍA	Producto
Fracción valor que representa cada categoría	**Número total de componentes**	**Proporción**

0.53	0.222222222	0.117777778
0.26	0.222222222	0.057777778
0.13	0.222222222	0.028888889
0.06	0.333333333	0.02
	SUMA	0.224444444
		VALOR 6-B
0.117777778	0.224444444	0.5248
0.057777778	0.224444444	0.2574
0.028888889	0.224444444	0.1287
0.02	0.224444444	0.0891
	SUMA	1

Para determinar la mejor alternativa es necesario multiplicar la importancia del parámetro (UIP) por el índice de calidad ambiental (ICA) y por comparación, se define la mejor alternativa, como se presenta en la siguiente Tabla.

Tabla V.7 Asignación de puntaje entre cada parámetro

	Primera categoría	**Segunda categoría**	**Tercera categoría**	**Cuarta categoría**
Componentes	4	4	4	6
Parámetros	21	10	14	13
Valor 6-b	524.8	257.4	128.7	89.1
Total	**25.0**	**25.7**	**9.2**	**6.9**

V.3 Valoración de los impactos

Los resultados de la evaluación ambiental para las categorías ambientales que tendrán una mayor afectación por las actividades previas (Objetivo 1) y por el desarrollo del Hotel Puerto Aventuras (Objetivo 2), se presentan en la **Tabla V.8** y en la **Tabla V.9** respectivamente. En estas matrices, se presentan los valores de las Unidades de Importancia de los Parámetros (UIP), los índices de la Calidad Ambiental (ICA) para la condición sin proyecto (SP) y con proyecto (CP), los valores producto de la multiplicación entre ambos, así como la diferencia de los valores entre ambas condiciones (CP y SP) para cada uno de los parámetros incluidos en cada una de las categorías, las cuales están ordenadas de manera jerárquica.

Tabla V.8. Matriz de evaluación de impactos para las actividades desarrolladas previamente en el predio del proyecto (Objetivo 1)

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental								
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**	**Unidad de importancia de Parámetro (UIP)**	**Índice Calidad Ambienta (ICA)**		**IMPACTO TOTAL**		**DIFERENCIA**
				SP	**CP**	**SP**	**CP**	
Ecología (Bióticos)	Especies y Población Terrestres	Vegetación natural	30	0.90	0.80	27.00	24.00	-3.00
		Especies plaga	28	0.33	0.31	9.24	8.68	-0.56
		Sobrevuelo de aves	27	0.80	0.72	21.60	19.44	-2.16
		total	**85**					
	Especies y Población Acuática	Vegetación natural	**27**	0.66	0.66	17.82	17.82	0.00
		Aves pescadoras	**27**	0.66	0.63	17.82	17.01	-0.81
		total	**54**					
	Hábitat y Comunidades Terrestres	Índice de cadena alimenticia	28	0.80	0.75	22.40	21.00	-1.40
		Uso del suelo	28	0.80	0.73	22.40	20.44	-1.96
		Especies raras y en peligro	28	0.80	0.72	22.40	20.16	-2.24
		Diversidad de especies	27	0.80	0.72	21.60	19.44	-2.16
		total	**111**					
	Ecosistemas	Ecosistemas	29	0.80	0.74	23.20	21.46	-1.74
		total	**29**					
		TOTAL	**279**					
Factores Fisicoquímicos (Abióticos)	Agua	Demanda Bioquímica de Oxígeno	29	0.85	0.82	24.65	23.78	-0.87
		Oxígeno disuelto	29	0.85	0.84	24.65	24.36	-0.29
		Coliformes fecales	29	0.85	0.85	24.65	24.65	0.00
		Carbón inorgánico	28	0.85	0.83	23.80	23.24	-0.56
		Nitrógeno inorgánico	28	0.85	0.84	23.80	23.52	-0.28

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental								
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**	**Unidad de importancia de Parámetro (UIP)**	**Índice Calidad Ambienta (ICA)**		**IMPACTO TOTAL**		**DIFERENCIA**
				SP	**CP**	**SP**	**CP**	
		Fosfato inorgánico	28	0.85	0.84	23.80	23.52	-0.28
		pH	28	0.85	0.84	23.80	23.52	-0.28
		Variación del flujo	28	0.85	0.85	23.80	23.80	0.00
		Temperatura	28	0.85	0.84	23.80	23.52	-0.28
		Sólidos disueltos totales	29	0.85	0.83	24.65	24.07	-0.58
		Turbidez	29	0.85	0.83	24.65	24.07	-0.58
		total	**313**					
	Aire	Monóxido de Carbono	29	0.80	0.78	23.20	22.62	-0.58
		Hidrocarburos	28	0.80	0.79	22.40	22.12	-0.28
		Óxidos de nitrógeno	28	0.80	0.78	22.40	21.84	-0.56
		Materia Particulada	28	0.80	0.77	22.40	21.56	-0.84
		Oxidantes fotoquímicos	29	0.80	0.79	23.20	22.91	-0.29
		Óxidos de azufre	28	0.80	0.79	22.40	22.12	-0.28
		total	**170**					
	Suelo	Uso de suelo	29	0.88	0.80	25.52	23.20	-2.32
		Erosión del suelo	28	0.88	0.80	24.64	22.40	-2.24
		total	**57**					
	Ruido	Ruido	29	0.83	0.80	24.07	23.20	-0.87
		total	**29**					
		TOTAL	**569**					
Estéticos	Terreno	Geología de la superficie	6	0.80	0.78	4.80	4.68	-0.12
		Relieve y Topografía	7	0.80	0.78	5.60	5.46	-0.14

RAMBOLL

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental								
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**	**Unidad de importancia de Parámetro (UIP)**	**Índice Calidad Ambienta (ICA)**		**IMPACTO TOTAL**		**DIFERENCIA**
				SP	**CP**	**SP**	**CP**	
		total	**13**					
	Aire	Olores y vistas	6	0.80	0.66	4.80	3.96	-0.84
		Sonidos	6	0.80	0.70	4.80	4.20	-0.60
		total	**12**					
	Agua	Apariencia del agua	6	0.80	0.80	4.80	4.80	0.00
		Área superficial del agua	6	0.80	0.80	4.80	4.80	0.00
		Litoral vegetado y geológico	6	0.80	0.66	4.80	3.96	-0.84
		total	**18**					
	Biota	Animales silvestres	8	0.80	0.60	6.40	4.80	-1.60
		Diversidad de especies vegetales	8	0.80	0.60	6.40	4.80	-1.60
		Variedad de las especies	8	0.80	0.60	6.40	4.80	-1.60
		total	**24**					
	Composición	Efecto de la composición	6	0.80	0.60	4.80	3.60	-1.20
		Composición única	6	0.80	0.60	4.80	3.60	-1.20
		total	12					
		TOTAL	**79**					
Interés humano y social	Educación / Científico	Ecológico	13	0.66	0.55	8.58	7.15	-1.43
		Geológico	10	0.66	0.65	6.60	6.50	-0.10
		Hidrológico	11	0.66	0.60	7.26	6.60	-0.66
		total	**34**					
	Patrones de Vida	Oportunidades de empleo	13	0.66	0.70	8.58	9.10	0.52
		Vivienda	13	0.66	0.66	8.58	8.58	0.00

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental								
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**	**Unidad de importancia de Parámetro (UIP)**	**Índice Calidad Ambienta (ICA)**		**IMPACTO TOTAL**		**DIFERENCIA**
				SP	**CP**	**SP**	**CP**	
		Interacción social	13	0.66	0.77	8.58	10.01	1.43
		total	**39**					
		TOTAL	**73**					

Tabla V.9.Matriz de evaluación de impactos ambientales para el proyecto del Hotel Puerto Aventuras (Objetivo 2)

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental								
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**	**Unidad de importancia de Parámetro (UIP)**	**Índice Calidad Ambienta (ICA)**		**IMPACTO TOTAL**		**DIFERENCIA**
				SP	**CP**	**SP**	**CP**	
Ecología (Bióticos)	Especies y Población Terrestres	Vegetación natural	30	0.70	0.65	21.00	19.50	-1.50
		Especies plaga	22	0.33	0.31	7.26	6.82	-0.44
		Sobrevuelo de aves	25	0.70	0.68	17.50	17.00	-0.50
		total	**77**					
	Especies y Población Acuática	Vegetación natural	23	0.66	0.65	15.18	14.95	-0.23
		Aves pescadoras	26	0.66	0.63	17.16	16.38	-0.78
		total	**49**					
	Hábitat y Comunidades Terrestres	Índice de cadena alimenticia	25	0.66	0.62	16.50	15.50	-1.00
		Uso del suelo	25	0.66	0.62	16.50	15.50	-1.00
		Especies raras y en peligro	26	0.66	0.64	17.16	16.64	-0.52
		Diversidad de especies	26	0.66	0.60	17.16	15.60	-1.56
		total	**102**					
	Ecosistemas	Ecosistemas	29	0.66	0.61	19.14	17.69	-1.45
		total	**29**					
		TOTAL	**257**					
Factores Fisicoquímicos (Abióticos)	Calidad del Agua	Pérdida hidrológica de la cuenca	25	0.70	0.65	17.50	16.25	-1.25
		Demanda Bioquímica de Oxígeno	25	0.70	0.67	17.50	16.75	-0.75
		Oxígeno disuelto	25	0.70	0.67	17.50	16.75	-0.75
		Coliformes fecales	25	0.70	0.67	17.50	16.75	-0.75
		Carbón inorgánico	25	0.70	0.67	17.50	16.75	-0.75

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental								
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**	**Unidad de importancia de Parámetro (UIP)**	**Índice Calidad Ambienta (ICA)**		**IMPACTO TOTAL**		**DIFERENCIA**
				SP	**CP**	**SP**	**CP**	
		Nitrógeno inorgánico	25	0.70	0.67	17.50	16.75	-0.75
		Fosfato inorgánico	25	0.70	0.67	17.50	16.75	-0.75
		pH	25	0.70	0.67	17.50	16.75	-0.75
		Variación del flujo	25	0.70	0.66	17.50	16.50	-1.00
		Temperatura	25	0.70	0.67	17.50	16.75	-0.75
		Sólidos disueltos totales	25	0.70	0.67	17.50	16.75	-0.75
		Turbidez	25	0.70	0.67	17.50	16.75	-0.75
		total	**300**					
	Calidad del Aire	Monóxido de Carbono	25	0.80	0.76	20.00	19.00	-1.00
		Hidrocarburos	25	0.80	0.77	20.00	19.25	-0.75
		Óxidos de nitrógeno	25	0.80	0.76	20.00	19.00	-1.00
		Materia Particulada	25	0.80	0.78	20.00	19.50	-0.50
		Oxidantes fotoquímicos	25	0.80	0.77	20.00	19.25	-0.75
		Óxidos de azufre	25	0.80	0.77	20.00	19.25	-0.75
		total	**150**					
	Calidad del Suelo	Uso de suelo	25	0.70	0.64	17.50	16.00	-1.50
		Erosión del suelo	25	0.66	0.63	16.50	15.75	-0.75
		total	**50**					
	Ruido	Ruido	25	0.83	0.79	20.75	19.75	-1.00
		total	**25**					
		TOTAL	**525**					
Estéticos	Terreno	Geología de la superficie	6	0.66	0.65	3.96	3.90	-0.06

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental								
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**	**Unidad de importancia de Parámetro (UIP)**	**Índice Calidad Ambienta (ICA)**		**IMPACTO TOTAL**		**DIFERENCIA**
				SP	**CP**	**SP**	**CP**	
		Relieve y Topografía	7	0.66	0.62	4.62	4.34	-0.28
		total	**13**					
	Aire	Olores y vistas	7	0.80	0.70	5.60	4.90	-0.70
		Sonidos	7	0.80	0.70	5.60	4.90	-0.70
		total	**14**					
	Agua	Apariencia del agua	7	0.80	0.75	5.60	5.25	-0.35
		Área superficial del agua	7	0.80	0.80	5.60	5.60	0.00
		Litoral vegetado y geológico	7	0.80	0.76	5.60	5.32	-0.28
		total	**21**					
	Biota	Animales silvestres	9	0.70	0.60	6.30	5.40	-0.90
		Diversidad de especies vegetales	9	0.70	0.60	6.30	5.40	-0.90
		Variedad de las especies	9	0.70	0.60	6.30	5.40	-0.90
		total	**27**					
	Zonas Antropológicos	Zonas antropológicos	7	0.80	0.75	5.60	5.25	-0.35
		total	**7**					
	Composición	Efecto de la composición	7	0.80	0.72	5.60	5.04	-0.56
		Composición única	7	0.80	0.70	5.60	4.90	-0.70
		total	14					
		TOTAL	**89**					
Interés humano y social	Educación / Científico	Arqueológico	9	0.80	0.85	7.20	7.65	0.45
		Ecológico	9	0.66	0.60	5.94	5.40	-0.54
		Geológico	9	0.66	0.63	5.94	5.67	-0.27

Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental								
Categorías	**Componentes**	**Parámetros**	**Unidad de importancia de Parámetro (UIP)**	**Índice Calidad Ambienta (ICA)**		**IMPACTO TOTAL**		**DIFERENCIA**
				SP	**CP**	**SP**	**CP**	
		Hidrológico	10	0.66	0.60	6.60	6.00	-0.60
		total	**37**					
	Históricos	Arquitectura y estilos	9	0.80	0.86	7.20	7.74	0.54
		Eventos	9	0.80	0.85	7.20	7.65	0.45
		Personas	9	0.80	0.85	7.20	7.65	0.45
		Religiones y culturas	10	0.80	0.85	8.00	8.50	0.50
		total	**37**					
	Culturales	Indígenas	9	0.80	0.86	7.20	7.74	0.54
		Otros grupos étnicos	9	0.80	0.86	7.20	7.74	0.54
		Grupos religiosos	8	0.80	0.81	6.40	6.48	0.08
		total	**26**					
	Patrones de Vida	Oportunidades de empleo	10	0.66	0.83	6.60	8.30	1.70
		Vivienda	9	0.66	0.80	5.94	7.20	1.26
		Interacción social	10	0.66	0.85	6.60	8.50	1.90
		total	**29**					
		TOTAL	**129**					

1. *Impactos Ambientales Negativos Identificados*

Objetivo 1 - Actividades desarrolladas previamente

Derivado del análisis de impactos ambientales, se encontró que, dentro de los impactos negativos más relevantes se encuentran aquellos dirigidos a los elementos bióticos del ambiente, tales como la flora y la fauna del predio del proyecto.

En la **categoría Ecología** dentro del **componente Especies y población terrestres**, en el **parámetro Vegetación natural** se identificó un impacto negativo con un valor de (-3.00), esto se debe a la remoción de vegetación para la construcción de la brecha, así como de la remoción de vegetación en las otras dos áreas identificadas en la inspección de PROFEPA. Sin embargo, es importante mencionar que el sitio se encuentra dentro de una zona con desarrollo turístico y no presenta vegetación forestal ni es un corredor de importancia biológica para las especies de la zona. Para el **parámetro Especies Plaga,** se estima un impacto negativo de (-0.56) esto de debe a que dichas especies que pudieran ser consideradas plagas, pudieron verse afectadas durante la realización de las actividades previas del proyecto. Adicionalmente, para el **parámetro sobrevuelo de las aves** se determinó un impacto negativo de (-2.16), esto debido a que, con la remoción de vegetación, de igual manera se pudieron ver modificados los patrones de conducta de las aves, cambiando también la ruta de alimentación de las aves.

En lo referente al **Componente Especies y Población Acuática,** en el parámetro **vegetación natural,** no se determinó algún impacto, esto es debido a que las actividades previas no se desarrollaron en ningún cuerpo de agua, por lo que no se determinaron afectaciones en la vegetación natural de estos. Por otra parte, para el **parámetro aves pescadoras,** se determinó un impacto negativo no significativo (-0.81), lo cual es se debe a la posible modificación de los patrones de conducta, el sobrevuelo, los sitios de percha y anidamiento de las aves marinas, las cuales se vieron modificadas por las actividades previas del proyecto.

Para el **Componente Hábitat y comunidades terrestres,** se estima que el **parámetro índice de cadena alimenticia** se vio afectado de manera negativa (-1.40), lo cual se debe a las actividades antrópicas en el predio del proyecto. En lo que concierne al **parámetro uso de suelo** este presentará un impacto negativo de (-1.96) lo cual se debe principalmente a la construcción del camino y a la remoción de vegetación en dos áreas, lo cual dificulta o imposibilita el establecimiento de especímenes vegetales en estas áreas afectadas. Para el p**arámetro especies raras y en peligro,** de igual forma se estimó un impacto negativo (-2.24), debido a que para la realización de las obras fue necesaria la remoción de vegetación, probablemente incluyendo a especies protegidas, en riesgo o en peligro, este impacto se considera significativo puesto que no se implementaron medidas de mitigación y prevención de impactos. Adicionalmente, en el **parámetro diversidad de especies** y en concordancia con los otros impactos de la categoría ecología se tiene que este parámetro se considera con un impacto de (-2.16), el cual se genera a partir de las actividades de remoción de especies en el predio del proyecto. Para el **parámetro ecosistemas** se determinó un impacto negativo con valor de (-1.74), ya que las actividades desarrolladas afectan directamente a las poblaciones de las especies del sitio, y de la misma manera, con la construcción de la brecha y la remoción de vegetación, se redujo el área para el establecimiento de especies vegetales, así como para el establecimiento de nidos o madrigueras directamente en el área afectada.

Por otra parte, dentro de la **categoría de Factores abióticos,** el **Componente Calidad del Agua** se vio modificado de una manera no significativa, puesto que las actividades previas no se realizaron en el agua ni se consideraron actividades en los mismos, es por esto que, los parámetros de Coliformes fecales y Variación del Flujo, no registraron un impacto (0.00), para el caso de los parámetros de

Oxígeno disuelto, Coliformes fecales, Carbón inorgánico, Nitrógeno inorgánico, Fosfato inorgánico, pH, Variación del flujo, Temperatura, se presentó un impacto de (-0.28), el cual es casi nulo, mientras que para los parámetros de **Sólidos disueltos totales y Turbidez** (-0.58) se determinó un impacto un poco mayor debido a la dispersión de polvos por las actividades de construcción del camino en el predio. finalmente, el principal parámetro que se vio afectado es la **Demanda bioquímica de oxígeno**, (-0.87) lo cual se debió a que, con las actividades, alguna materia orgánica pudo terminar en el la marina, aumentando dicha demanda.

En el caso del **componente Aire,** se tiene que el principal impacto, al igual que en el caso del componente agua, se presenta en el **parámetro de materia** particulado (-0.84) por la posible dispersión de polvos y partículas por las actividades de construcción del camino, así como por la remoción de la vegetación. Además, de este impacto se consideró la emisión de **óxidos de nitrógeno** y de **monóxido de carbono** con un impacto de (-0.56) y (-0.58) respectivamente, este impacto se presentó a partir del uso vehículos automotores para el transporte de material durante las actividades previas. En menor medida se consideran impactos sobre los parámetros de **Hidrocarburos**, **Oxidantes fotoquímicos** y **óxidos de azufre**, para los cuales se determinó un impacto de (-0.28).

En lo referente al **componente calidad del Suelo** resultó ser uno de los que presenta los impactos más adversos por el desarrollo de estas actividades, el **parámetro Uso de suelo**, presenta un valor de (-2.90) debido a que las áreas afectadas modificaron totalmente su uso con respecto al mantenimiento de una capa de vegetación. De igual forma, el **parámetro Erosión del suelo,** exhibe un impacto negativo con un valor (-2.80) lo cual se debe principalmente a las actividades de construcción de la brecha y a la remoción de vegetación.

Para el **componente Ruido** y su único **parámetro ruido**, se determinó un impacto negativo no significativo de (-0.87), el cual se genera a partir de las acciones antrópicas que se desarrollaron en el predio para llevar a cabo las actividades previas.

En lo referente a la **Categoría Estética,** se tiene que los parámetros de **Geología de la superficie** y **relieve y topografía** presentan un impacto leve de (-0.12) y (-0.14) respectivamente, los cuales se generaron debido a la construcción del camino, por otra parte, los parámetros de **Apariencia del agua** y **Área superficial del agua** no presentaron modificaciones (0.00), mientras que el **parámetro Litoral vegetado**, registró un impacto de (-0.84) el cual se generó con la remoción de la vegetación, este impacto se considera justamente porque el predio del proyecto se encuentra en el litoral de la zona de Puerto Aventuras. En la parte del **componente Biota**, se presentan los mayores impactos de esta categoría, los parámetros de **Animales silvestres, Diversidad de especies vegetales y Variedad de las especies** presentan un impacto negativo de (-1.60), el cual se genera a partir de la remoción de las especies en las áreas afectadas del predio del proyecto para la realización de las actividades.

Siguiendo la misma línea, en el **componente Composición**, se encuentran los parámetros de **Efecto de la composición** y **Composición única**, ambos parámetros fueron evaluados con un impacto de (-1.20), estos impactos son principalmente visuales y se generaron a partir de la remoción de vegetación, lo cual es el principal generador de la modificación de la composición en el predio que presenta vegetación.

En la **categoría Interés humano y social**, se determinó que el principal impacto negativo se estima que se presentó en el **componente Educación/científico**, dentro del **parámetro ecológico** (-1.43) lo cual se debe a que se afectó la vegetación del predio del proyecto, modificando así la ecología del sitio que pudo haber sido de interés para su estudio, el mismo caso se presentó para el parámetro hidrológico (-0.66) en el cual con la realización de las actividades previas, se pudieron modificar los componentes de interés para el sector educativo y científico de la sociedad.

Objetivo 2. Desarrollo del Hotel Puerto Aventuras

A partir de la evaluación de impacto ambiental, fue posible identificar los componentes que sufrirán las mayores modificaciones adversas por la implementación y desarrollo del proyecto Hotel Puerto Aventuras, a continuación, se presenta la descripción de los impactos que se estimó serán generados con estas actividades.

En la **categoría Ecología** dentro del **componente Especies y población terrestres**, en el **parámetro vegetación natural** se determinó que se tendrá un impacto significativo considerando que las actividades del presente proyecto se llevarán a cabo en un predio que cuenta con vegetación, y que en los alrededores del mismo se encuentra un gran desarrollo urbano y turístico, se tiene que se considera una afectación negativa en la vegetación (-1.50) debido a que se realizará su remoción para las etapas de preparación del sitio la construcción de las instalaciones, el impacto sobre la vegetación natural es el mayor impacto estimado en el apartado biótico. El **parámetro especies plaga** presentará un impacto menor (-0.44), el cual se deberá a las mismas actividades de desmonte y despalme planteadas, para el proyecto, dichas actividades podrán modificar las poblaciones naturales de dichas especies. Por otra parte, el **parámetro sobrevuelo de aves** (-0.50) es otro impacto importante debido a que los sitios de percha, pernocta y anidamiento se verán eliminados en el sitio del proyecto, adicionalmente, las emisiones a la atmósfera, el ruido y las actividades humanas durante las diversas etapas, cambiarán el comportamiento actual de las aves, lo que puede influir en ver disminuido el sobrevuelo de aves en el sitio.

En lo referente al **componente de especies y población acuática**, se presentarán impactos en los **parámetros Vegetación natural** (-0.23), este impacto es no significativo y se estima que se presentará durante la etapa del predio del proyecto, específicamente con las actividades acuáticas recreativas y de esparcimiento que realicen los turistas que visiten la región. Mientras que el **parámetro aves pescadoras**, al igual que en el caso de las aves terrestres, se modificaran los posibles lugares para descanso, percha, pernocta y anidamiento que se ubican dentro del predio del proyecto, por lo que se determinó un impacto negativo (-0.78).

En lo que respecta al componente Hábitat y comunidades terrestres, se tiene que se estiman impactos en los **parámetros índice de cadena alimenticia** y **uso de suelo** se esperan impactos para ambos de (-1.00), esto tiene su explicación en el hecho que el área que ocupa el proyecto es relativamente pequeña y dejará de ser utilizada por la fauna regional para llevar a cabo las interacciones que involucren búsqueda de alimento o caza. Asimismo, los especímenes de flora y fauna verán sumamente reducida la posibilidad para establecerse en el predio debido a las actividades antrópicas que se desarrollarán en el predio.

En lo referente al parámetro **especies raras y en peligro** se estima se presentará un impacto negativo de (-0.56) lo anterior tiene su base en que dentro del predio del proyecto se registraron especies bajo algún estatus de protección en la NM-059-SEMANAT-2010, para el SA se registraron las especies: palma kuka, mangle botoncillo, palma chit, mangle blanco, el cedro y el guayacán. Mientras que para el SP hay tres especies con categoría de norma, las cuales son el mangle botocillo, palma chit y palmita, los cuales serán rescatados y reubicados.

El **parámetro diversidad de especies** se verá modificado de manera negativa durante la vida útil del proyecto, se estima un impacto negativo de (-1.56) debido a la remoción de vegetación y a la modificación del ecosistema del predio del proyecto.

En cuanto a a los impactos negativos que se generarán por el proyecto en el **componente ecosistemas**, **parámetro ecosistemas**, presentarán un impacto negativo de (-1.45), este impacto se presentará principalmente por la remoción de las especies vegetales de vegetación pionera que se encuentran en el sitio del proyecto, así como por la modificación de conducta y el desplazamiento en las poblaciones faunísticas que se encuentran en el sitio.

dentro de la **categoría de Factores abióticos,** el **Componente Calidad del Agua**, presentará un impacto negativo de manera global, esto se debe a la cantidad de agua que requerirá el hotel, especialmente durante la etapa de operación del sitio para proveer un adecuado servicio a los huéspedes. Aunque es importante señalar que no se realizarán descargas de agua en cuerpos de agua o bienes nacionales, sin embargo, debido a los detergentes que se utilizarán para la limpieza, de las áreas, así como la lavandería, se espera que el **parámetro Demanda bioquímica de oxígeno** aumentará su valor, modificando así la calidad del agua, por lo que este parámetro presenta un valor de (-1.25). el **parámetro variación de flujo** presentará un impacto do (-1.00) debido a la cantidad de agua que se requerirá para la operación del proyecto, con lo que se incrementará el flujo de agua tanto en el sistema de distribución, como en el sistema de alcantarillado del municipio. Finalmente se tiene que el resto de los parámetros de este componente, **Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno disuelto, Coliformes fecales, Carbón inorgánico, Nitrógeno inorgánico, Fosfato inorgánico, pH, Temperatura, Sólidos disueltos totales y Turbidez** presentarán un impacto similar de (-0.75), este valor se prevé por la modificación en las características del agua, principalmente en la etapa de operación del proyecto, la cual es donde se requerirá la mayor cantidad de agua.

El impacto al **Componente Calidad del Aire** se presentará a lo largo de la vida útil del proyecto, sin embargo, pudiera ser más notorio durante las etapas de preparación del sitio y construcción, esto se deberá principalmente debido al uso de maquinaria pesada, al movimiento de tierras y a las actividades de construcción, por lo que los parámetros con el impacto más considerable serán la emisión de **monóxido de carbono** y **óxidos de nitrógeno** (-1.00) respectivamente, los cuales se generarán como subproducto de la combustión del uso de combustible y de las actividades de movimiento de tierras y construcción, adicionalmente, se tiene que los **parámetros de Hidrocarburos, Oxidantes fotoquímicos y óxidos de azufre** presentarán una valor de impacto similar entre ellos (-0.75), mientras que para el **parámetro material particulado,** se tiene que, debido a la temporalidad reducida de este impacto en relación con la vida útil del proyecto, se estima un valor de (-0.50).

Dentro del **Componente calidad del suelo,** el **parámetro uso del suelo** se considera como impacto negativo por el uso de maquinaria y por las actividades de Preparación del sitio y Construcción, por el cambio en la estructura del suelo y debido a la posibilidad de que se incremente la erosión y la pérdida de suelo en el sitio durante este periodo, adicionalmente se pudiera presentar el caso de derrames accidentales, en los que sustancias químicas o combustibles pueden entrar en contacto con el suelo causando contaminación puntual en el sitio, con base en esto, se cuantifico como impacto negativo (-1.50). Con respecto a la erosión y a la posible contaminación del suelo con sustancias químicas, es importante recalcar que esta posibilidad es mínima, debido a que se contará con medidas preventivas para el derrame de sustancias químicas, adicionalmente, durante la etapa de operación el uso de sustancias estará restringido a un área pequeña de las instalaciones. Adicionalmente, se contará con procedimientos establecidos para el manejo tanto de residuos como de sustancias químicas, con lo que se espera se reduzca aún más la posibilidad que se presenta alguna afectación al suelo. Así mismo se contará con almacenes temporales de residuos peligrosos y no peligrosos para su depósito temporal y se asegurará que la disposición de dichos residuos sea mediante contratistas autorizados para su disposición final. Para el **parámetro erosión** del suelo se tiene que este se presentará durante las actividades de despalme y desmonte, así como durante las excavaciones y preparaciones del terreno, por lo que se considera un impacto de (0.75).

En el caso del **componente Ruido**, su único parámetro es el **parámetro ruido**, el cual se estima presentará un impacto negativo (-1.00) por el aumento de ruido, esto se deberá al uso de maquinaria pesada y a las actividades durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que durante la etapa de operación no se espera un aumento significativo de ruido.

En cuanto a los efectos que el proyecto ejercerá sobre la **Categoría Estética**, se tiene que los parámetros de **Geología de la superficie** y **Relieve y topografía** presentan un impacto leve de (-0.06) y (-0.28) respectivamente, los cuales se espera que se generarán durante las primeras etapas del proyecto. En el **parámetro sonidos**, así como en **Olores y vistas** , se presentará un impacto muy similar, ambos parámetros presentan un valor de (-0.70), esta afectación estará estrechamente vinculada con las actividades que se pretenden desarrollar en el sitio en la etapas del proyecto. Por otra parte, el **parámetro Apariencia del agua** presentará una modificación en el debido a las actividades recreativas de los turistas durante la etapa de operación del predio del proyecto. El **parámetro Área superficial del agua** no presentará modificaciones (0.00), debido a que no se modificarán los límites de los cuerpos de agua presentes en los alrededores del predio. Mientras que el **parámetro Litoral vegetado**, tendrá un impacto de (-0.28) el cual será generado con la remoción de la vegetación en el sitio del proyecto, es importante hacer notar en este punto que se llevarán a cabo medidas de prevención y mitigación de impactos para aminorar este impacto. En la parte del **componente Biota**, se presentan los mayores impactos de esta categoría, los parámetros de **Animales silvestres, Diversidad de especies vegetales y Variedad de las especies** presentan un impacto negativo de (-0.90), el cual se genera a partir de la remoción de las especies en las áreas afectadas del predio del proyecto para el desarrollo de las actividades del proyecto. El **parámetro de zonas antropológicas** puede verse afectado con el aumento del afluente de turistas, lo que pudiera provocar desgaste en las zonas debido a las personas que acudirán a visitar dichas zonas de interés. en el **componente Composición**, se encuentran los parámetros de **Efecto de la composición** y **Composición única** presentarán efectos medianamente negativos, se obtuvieron valores de (-0.56) y (-0.70) respectivamente, los cuales se generarán a partir de la remoción de la vegetación y de la construcción del complejo turístico en el predio del proyecto.

1. *Impactos Ambientales Positivos Identificados*

Objetivo 2 - Desarrollo del Hotel Puerto Aventuras

Los impactos positivos del proyecto se registraron en la **Categoría Interés humano y Social**. Dentro del SA, todas las localidades son rurales, aunque dentro del municipio el grado de marginación es muy bajo, aún existe el analfabetismo y se presentan carencias de servicios en algunas viviendas, es por esto que los impactos positivos para esta categoría son muy importantes. Un impacto positivo de marcada relevancia, corresponde al parámetro **Oportunidades de Empleo**, que se encuentra dentro del componente Patrones de Vida, el cual se estima en un valor de +1.70, por la generación de empleos directos e indirectos en la zona a lo largo de la vida útil del proyecto.

Otros dos parámetros con un impacto positivo dentro del componente Patrones de vida son: **Interacción Social** (+1.90) y **Vivienda** (+1.26) Esto se debe, a que, en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, habrá una fuerte demanda de bienes y servicios, lo que representará un crecimiento económico en la región. Así mismo, durante la etapa de operación del proyecto, se ampliará la oferta de servicios turísticos y recreativos en la zona turística de Puerto Aventuras, lo que aumentará la oferta de servicios como: transporte, comunicaciones, entretenimiento, entre otras, lo que incrementará el crecimiento económico de una manera sostenible, ya que la Zona Turística de Puerto Aventuras incrementará su infraestructura. .

El componente histórico presentará impactos positivos moderados, los parámetros Eventos y el parámetro Personas presentan un impacto de (+0.45), el parámetro de religiones y culturas presenta un valor de (0.50), mientras que el de arquitectura y estilos presenta un valor de (+0.54), estos impactos positivos se mostrarán por la derrama económica y el turismo que proveerá el turismo en la zona

Otro aspecto en el que por medio del análisis realizado se encuentra un impacto positivo, se presentará en el componente de educación/científico, ya que se espera que la zona promueva un Turismo cultural

hacia las zonas antropológicas e históricas de la región, lo que incrementará el número de visitantes a estas zonas y por ende, la derrame de bienes y servicios en torno al sector cultural.

V.4 Conclusiones

Una de las variables para analizar la dinámica ambiental de la zona, es comprender las interrelaciones que se dan entre el conjunto de factores bióticos, abióticos y socioeconómicos que se presentan en tiempo y espacio determinados. La mayoría de los componentes del SA están en interrelación. Si cambian las propiedades de un componente, podría entonces tener influencia en los demás.

Con respecto al Objetivo 1, actividades previas identificadas por la PROFEPA, los principales impactos se presentan sobre la flora y la fauna por la pérdida de hábitat, aunque en del predio del proyecto, mientas que, de los factores abióticos, el suelo es el más afectado por dichas actividades.

Por otro lado, para el caso del Objetivo 2, en el desarrollo del Hotel Puerto Aventuras, la mayoría de los impactos ambientales negativos significativos se presentarán durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción. En el SP se presenta una Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subperennifolia así como también el uso de suelo urbano construido, dentro del cual se encontraron tres especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: *Thrinax radiata, Conocarpus erectus y Zamia loddigesii.* Durante las primeras etapas del proyecto habrá afectación de pérdida de vegetación terrestre y posible afectación al suelo, debido a las actividades de desmonte, despalme y construcción de los elementos del proyecto, y aunque el área afectada será mínima en comparación con el área que se ocupa dentro del SA, se aplicarán las medidas de mitigación generales para los impactos ambientales y se implementarán programas de ahuyentamiento, rescate de flora y fauna y de reforestación. En la Operación, los principales impactos negativos estarán ligados a la posible contaminación del suelo y agua por un mal manejo de los residuos y el crecimiento de las actividades antropogénicas que se realicen, aunque en relación a la hidrología superficial, se carece de corrientes superficiales en la Región Hidrológica y la subcuenca, debido a la gran capacidad de infiltración del terreno que impide una red de flujo superficial. Por el contrario, se tiene que el acuífero es muy vulnerable a la contaminación por descargas de agua residuales debido a que las oquedades, cavernas y conductos facilitan la entrada de los contaminantes al suelo y su propagación. Otro factor es la escasa profundidad del agua subterránea y a que no cuenta con algún medio poroso que actúe como filtro de los contaminantes.

El paisaje dentro del SA tiene presión en cuanto al sargazo y a la basura que llega a las costas, afectando la calidad visual. Otro elemento que lo afecta es el uso de suelo de Urbano Construido que abarca la mayor parte del Sistema Ambiental, más que algún tipo de vegetación.

Los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada, mitigables, compensables y moderados o despreciables. De acuerdo con la valoración realizada, no se espera que las obras y actividades asociadas al proyecto provoquen alteraciones en el ecosistema, ni pongan en riesgo la continuidad de procesos ecológicos determinantes para su buen funcionamiento, o la salud humana, en virtud de que todas las actividades de obra necesarias para la construcción del proyecto de desarrollo inmobiliario quedarán comprendidas dentro del predio, mismas que serán sometidas a medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental.

Los impactos positivos, permanecerán durante la vida útil del proyecto, debido a que están estrechamente ligados con la generación de empleo del proyecto, estos impactos son sinérgicos, pues favorecerán el entorno socioeconómico local, con respecto a este factor, el SA no tiene gran presión, debido a que el grado de marginación del municipio es muy bajo, y a que la proporción de la población ocupada frente a la desocupada es mucho mayor, sin embargo, aún se encuentran personas analfabetas, muchas sin derechohabiencia y algunas casas sin alguno de los servicios básicos.

En términos ambientales, el proyecto se determina como viable, pues que, con la implementación de las medidas de prevención y mitigación de impactos adecuadas no representará riesgos significativos a las poblaciones de especies de flora y fauna que se encuentran en estatus de riesgo, así como no se tendrán impactos negativos significativos sobre otros factores ambientales. De igual forma, el proyecto no conllevará riesgos a la salud humana pues en su ejecución se observará la normatividad aplicable.

Asimismo, también se implementarán acciones de conservación de suelo, es decir, se conservará en zonas autorizadas el material obtenido de las actividades de desmonte y despalme, para ser utilizado una para restaurar los sitios, una vez que se concluyan las actividades de construcción

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los Impactos Ambientales

VI.1 Descripción de las medidas o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

El proyecto tiene como uno de sus objetivos, el cumplimiento de la normatividad ambiental y, por ende, la minimización, mitigación y/o compensación de todos los posibles impactos ambientales por el desarrollo del proyecto. Estos impactos han sido identificados y descritos en el capítulo anterior.

Las medidas de vigilancia ambiental propuestas en este capítulo estarán dirigidas a dos aspectos principales, el cumplimiento de los requisitos establecidos en las leyes, reglamentos y normas aplicables, y el monitoreo del buen funcionamiento de los equipos y sistemas de control que el promovente implementará dentro del diseño del presente proyecto. En este sentido, se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación que serán llevadas a cabo, durante todas las etapas del proyecto (preparación del sito, construcción, operación y abandono).

Como se menciona a lo largo de este documento, la presente MIA-P tiene el propósito de evaluar los impactos ambientales de dos conjuntos de actividades, de la siguiente manera:

- **Objetivo 1**. El predio del proyecto recibió una visita de inspección por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la cual derivo en un Procedimiento Administrativo, por lo que esta MIA-P evalúa los impactos de las actividades previas, no relacionadas a actividades turísticas, que originaron el emplazamiento de la autoridad, y
- **Objetivo 2**. La evaluación de impacto ambiental, para las obras y actividades de preparación de sitio, construcción, equipamiento, operación y mantenimiento de un hotel.

A continuación, se describen las medidas de mitigación que el promovente propone, para que se desarrollen de manera continua, durante las diferentes etapas del proyecto, para prevenir, mitigar y compensar los impactos de cada uno de los componentes ambientales evaluados.

OBJETIVO 1

Con respecto a las actividades previamente desarrolladas en el sitio, es importante mencionar que el promovente no pretende mantener estas y dado que se propone el desarrollo de un proyecto turístico en el sitio, se propone lo siguiente:

Medida de Compensación. **-** Se propone como medida única de compensación, la reforestación con plantas nativas de la región, dentro de las áreas verdes, también llamadas áreas de conservación dentro del predio en cuestión y/o en áreas ecológicamente similares localizadas dentro del Centro de Población Puerto Aventuras y/o en el Sistema Ambiental. El diseño de la reforestación se llevará a cabo utilizando el Manual Básico de Prácticas de Reforestación, publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)[1]. A continuación, se presenta la Tabla de densidad por hectárea y por tipo de vegetación del Manual Básico de Prácticas de Reforestación.

[1] https://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF

Tabla VI.1 densidades de reforestación recomendadas por la CONAFOR

Tipo	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiáridas
Con planta de vivero	máximo 1,600 mínimo 1,100	máximo 900 mínimo 625	máximo 900 mínimo 625	máximo 2,000 mínimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	máximo 4,000 mínimo 1,100

Tabla 4. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR (las que aquí se especifican corresponden a Reglas de Operación ProÁrbol 2010).

El predio del Proyecto está considerado por la PROFEPA como un ecosistema de Ecotono de Matorral Costero y vegetación Secundaria con presencia de ejemplares de Palma Chit y Mangle Botoncillo. De acuerdo con la información obtenida en la línea base (capítulo IV), el sistema ambiental (SA) y el sitio del Proyecto (SP) presenta una vegetación Secundaria de Selva Mediana, por lo que se tomó la densidad de reforestación para Selva Mediana. La superficie afectada por las actividades previas es la siguiente:

Tabla VI.2 Superficie afectada por las actividades previas

Área	Superficie Afectada (m2)
Brecha	693
Áreas sin vegetación	1,043
Montículos de Sargazo	100.9
Total	**1,893.9**

A continuación, se presenta el número propuesto de plantas de especies nativas a partir de viveros para la reforestación.

- Proporción establecida por CONAFOR: 900 Plantas por Hectárea.
- Proporción a partir de la superficie de afectación: 170 plantas.
- Se considera reforestar tres veces el número de la proporción de la superficie afectada, dando un **total de 511 Plantas nativas**, dentro de las áreas verdes, también llamadas áreas de conservación, dentro del predio en cuestión y/o en áreas ecológicamente similares localizadas dentro el Centro de Población Puerto Aventuras.

OBJETIVO 2

El SA del proyecto limita al este con el mar de la costa de Quintana Roo. Durante la construcción se pondrán medidas necesarias para evitar que el mal manejo de la basura o las aguas residuales generadas por los trabajadores vaya a dar al mar. Dentro de este sitio turístico se tomarán las medidas necesarias para cuidar la fauna silvestre y el ambiente, la prohibición de no tener contacto con esta fauna y de no lastimarlos o cazarlos, otras acciones que se toman para su protección es el asegurar las tapas de los botes de basura para evitar la dispersión de la basura y al mismo tiempo evitar que ingieran sustancias peligrosas o queden atorados en bolsas o latas. En el área se tiene prohibido molestar o cazar a la fauna.

A continuación, se establecen las medidas para la prevención, mitigación y compensación de los impactos significativos de carácter negativo, derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y desmantelamiento del Proyecto denominado Hotel Puerto Aventuras.

1. Remoción de vegetación

Se llevará a cabo la remoción de vegetación en ciertas áreas del proyecto, como medidas de prevención se ejecutará un rescate y reubicación de la vegetación, con énfasis en las especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con esta medida se espera que los especímenes rescatados sigan aportando servicios ecosistémicos, y que incluso que, bajo las condiciones adecuadas, se sigan reproduciendo, manteniendo el pool genético y que aporten variabilidad genética al ecosistema local. Las actividades mencionadas se encuentran dentro del Programa de Rescate de Flora y fauna como parte del Plan de Vigilancia Ambiental, descrito en la sección VI.2.

2. Modificación de la Calidad Agua

El proyecto Se generarán aguas residuales sanitarias a lo largo de toda la vida útil del proyecto debido al personal que labora en el sitio, durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono se evitará su descarga mediante la instalación de sanitarios portátiles para los trabajadores de la obra. Esta agua será dispuesta a través de un prestador de servicio autorizado, para darle un tratamiento y disposición final.

El agua residual generada durante la operación y mantenimiento del proyecto provendrá tanto de los sanitarios y regaderas de las habitaciones, así como de las actividades de limpieza y de los restaurantes del hotel, estas aguas residuales serán conducidas hacia la Planta Tratadora de Aguas local.

3. Perdida Hidrológica de la Cuenca

El desarrollo del Hotel Puerto Aventuras modificará de manera muy local la hidrología de la cuenca, puesto que tendrá que se tendrán superficies impermeables, modificando así la infiltración del agua, por lo que el agua de lluvia que se encuentre en las instalaciones será dirigida hacia las áreas verdes del proyecto, en donde se podrán seguir infiltrando de manera normal.

4. Modificación de la Calidad del Aire

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las emisiones serán generadas a partir de la suspensión de polvos generados por el movimiento de tierras en el sitio, las excavaciones y la construcción de cimentaciones, así como los gases de combustión emitidos por la maquinaria y equipo. Durante esta etapa el promovente colocará un malla perimetral que contenga los polvos generados y se humedecerá las áreas de circulación y de trabajo, para disminuir el levantamiento de polvos.

Adicionalmente, se solicitará a los contratistas, que lleven a cabo el Mantenimiento Preventivo de la maquinaria y equipo, para asegurar una combustión adecuada de los equipos y no exceder las emisiones de Gases de combustión establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015, con lo que adicionalmente se busca reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Para lo anterior, se solicitará al contratista, un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria que será utilizada en cada una de las etapas del proyecto, con esta medida se espera mantener un correcto funcionamiento de los mismos, evitando que generen la liberación de contaminantes adicionales. Como indicador de cumplimiento, se establecerá una bitácora de registro de mantenimiento y se solicitará la evidencia del mismo para llevar un control estricto sobre esta actividad.

Con respecto a la etapa de operación y mantenimientos, el promovente instalará una chimenea para dirigir los gases de combustión de la caldera. La chimenea contará con la altura necesaria para lograr un buen mezclado de los contaminantes, además de contar con plataformas y puertos de monitoreo. En cumplimiento con la legislación nacional, es especifico de la NOM-085-SEMARNAT-2011, el promovente realizará monitoreos continuos a las emisiones, y en caso de rebasar los límites máximos permisibles, evaluará la instalación de sistemas de control adicionales.

5. Modificación de la Calidad del Suelo

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto Hotel Puerto Aventuras, se realizarán excavaciones, lo que eliminara las capas del suelo. Como medida de mitigación, se almacenará la capa fértil del suelo (materia orgánica), la cual se estima entre 20-30 cm. El objetivo es utilizar este material como complemento de sustrato para las áreas verdes, ya que esto representa un banco de semillas.

Existe una potencial contaminación del suelo en todas las etapas del Proyecto, la cual estará directamente relacionada con el mal manejo de sustancias químicas y residuos. Como medida de prevención y con el fin de disminuir la probabilidad de impactar el suelo del predio y áreas aledañas, los residuos y las sustancias químicas se manejarán en contenedores adecuados, y en el caso de los residuos, se destinará un área de almacenamiento que cumpla cabalmente con la normatividad y regulaciones correspondientes para evitar la migración de posibles contaminantes que pudieran verterse accidentalmente. Adicionalmente, la promovente promoverá que sus empleados cumplan con los procedimientos de seguridad y manejo de sustancias y/o residuos, para minimizar accidentes y/o contingencias ambientales

En el mismo sentido, no se permitirá el mantenimiento de maquinaria y equipos, en ninguna de las etapas del Proyecto.

Para evitar la contaminación al suelo por el abastecimiento de combustible para el equipo y maquinaria durante las actividades de Preparación del sitio y construcción, se contratarán los servicios de un transporte especializado (conocido como Marimba) que cuente con todas las medidas de seguridad, así como las autorizaciones correspondientes para dar este servicio.

Se mantendrá un Programa de Mantenimiento Preventivo, de los equipos y maquinaria que será utilizada en cada una de las etapas del proyecto, con esta medida se espera mantener un correcto funcionamiento de los mismos, evitando derrames fortuitos de sustancias como aceites hidráulicos, lubricantes o combustibles sobre el suelo.

Durante todas las etapas del proyecto, se designarán áreas con contenedores indicados para el depósito de los diferentes tipos de residuos, es importante mencionar, que la disposición final de todos los residuos se dará a través de prestadores de servicio autorizados para dicho fin, ya sea por el estado para el manejo de residuos de manejo especial o por la federación en el caso de los residuos peligrosos.

Adicionalmente, se contará con un programa de capacitación al personal para la atención a las contingencias en caso de que se presente el derrame de alguna sustancia.

6. Contaminación por Ruido

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, la principal fuente de ruido será la maquinaria utilizada para las actividades, por lo que se contará con un programa de mantenimiento para asegurar que se encuentre en óptimas condiciones.

Dado que el proyecto se encuentra ubicado en una zona turística desarrollada, no se estima que, durante la etapa de operación, el proyecto afecte considerablemente el confort sonoro del área donde se ubica el predio propuesto. En caso de que se considere necesario y como medida para el control de la contaminación sonora, durante la etapa de operación, se realizarán monitoreos de ruido perimetral

para asegurar que los niveles se encuentren por debajo de los límites establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994.

7. Afectación a la Fauna

Es importante mencionar que predio del proyecto, no se encuentra inmerso en alguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), Región Terrestre Prioritaria (RTP) o alguna Área Natural Protegida (ANP), como se menciona en el Capítulo IV de este documento.

Dentro de las medidas preventivas propuestas, previo al inicio de las actividades de Preparación del sitio, se realizará el ahuyentamiento, junto con el rescate y reubicación de fauna y nidos o madrigueras que se encuentren en el sitio del proyecto, con esta medida se evita perjudicar de manera innecesaria a los especímenes del predio.

Como medida de prevención adicional, se capacitará a los trabajadores para que tengan conocimientos básicos de cómo actuar, en caso de encontrarse con algún espécimen de fauna dentro del predio, ya sea permitiendo su libre desplazamiento hacia propiedades aledañas.

Como política del promovente, estará estrictamente prohibido la captura, caza o comercialización de ejemplares de fauna por parte del personal contratista o del promovente, en cualquiera de las etapas del proyecto.

8. Potencial afectación a Zonas Antropológicas y/o sitios Históricos

Las afectaciones a estas zonas consistirán principalmente en el desgaste de los monumentos y otros vestigios arqueológicos/antropológicos, mediante el contacto directo con los turistas mediante prácticas comunes como lo son el subir a pirámides, visitar museos de sitio y otras estructuras. Como medida de prevención de este tipo de impactos, El Hotel Puerto Aventuras, tendrá una lista de opciones para realizar visitas a sitios arqueológicos, donde estas prácticas estén reguladas por las autoridades competentes.

VI.2. Plan de vigilancia ambiental

VI.2.1 Introducción

El presente proyecto "Hotel Puerto Aventuras" consiste en la construcción y operación de un Hotel de tres sótanos, una planta baja y tres niveles a instalarse en el Municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo, considerando las actividades de preparación de sitio, construcción, suministro e instalación de equipos, operación y mantenimiento dichas instalaciones

En la presente sección, se describe el "Plan de Vigilancia Ambiental" (PVA), desarrollado con el fin de supervisar y verificar el cumplimiento de las medidas de control, prevención y medidas de mitigación incluidas en el apartado anterior del documento

Las obras se desarrollarán dentro de un predio de aproximadamente 1.485406 ha e incluye el edificio principal, alberca, áreas verdes, restaurantes, kid´s club, y un área de servicios, entre otros.

VI.2.1.1 Objetivos

El Plan de Vigilancia Ambiental se desarrolló con el objetivo de contar con la información necesaria que permita garantizar y facilitar la supervisión, evaluación y seguimiento, durante las diferentes etapas de las obras que se llevarán a cabo a lo largo del desarrollo del Proyecto, el programa cuenta con los siguientes objetivos particulares:

I. Controlar la ejecución correcta de las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.
II. Asegurar que, el cumplimiento de las obligaciones ambientales sea congruente con los criterios de integración ambiental establecidos.
III. Verificar los estándares de calidad de los materiales y medios empleados en el cumplimiento de las obligaciones ambientales.
IV. Comprobar la eficacia resultante de la ejecución de las obligaciones ambientales. Cuando tal se considere no satisfactoria, determinar las causas y establecer las medidas correctivas de aplicación inmediata.
V. Detectar la posibilidad de que surjan impactos no previstos el Proyecto y prever la aplicación de las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
VI. Informar al promovente y al director de la obra sobre los aspectos relevantes a cubrir en la vigilancia, a través de reuniones y de la presentación de informes de cumplimiento.
VII. Establecer indicadores de cumplimiento, que permitan verificar la correcta aplicación de las medidas establecidas dentro de cada uno de los rubros que cubre este Programa de Vigilancia Ambiental.

VI.2.1.2 Metas y alcances

Las funciones del presente plan son vigilar la aplicación de las medidas propuestas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales estimados en las secciones precedentes para establecer la forma de llevar a cabo las inspecciones y controles; y asegurar que toda la protección medioambiental sea llevada a la realidad adecuadamente.

El presente PVA se enfoca en los parámetros ambientales identificados como aquellos que se verán afectados en mayor grado por las actividades del proyecto, tales como: calidad del agua, aire, suelo, aspectos de contaminación acústica, medidas de protección de flora y fauna y aspectos particulares en cada actividad o etapa del proyecto.

Para poder asegurar el cumplimiento de las medidas propuestas en la MIA y de los términos y condicionantes determinadas en el oficio resolutivo, se implementará el PVA considerando una serie de indicadores, a fin de que durante la implementación de las medidas sea posible determinar la efectividad de éstas y, en su caso, detectar insuficiencias o efectos no previstos y así, de ser el caso, plantear modificaciones o adoptar nuevas medidas que minimicen las afectaciones al ambiente. Por consiguiente, la meta a considerar será que los impactos ambientales identificados no superen la magnitud de los impactos estimados.

En todas las etapas que involucra el proyecto, se perseguirán las siguientes metas:

I. Que las obras y actividades asociadas al desarrollo del Proyecto, se mantengan en estricto cumplimiento ambiental de acuerdo a la legislación aplicable al Proyecto;
II. Que las emisiones, generación de residuos, ruido descargas y demás potenciales efectos adversos derivados del establecimiento y operación del Proyecto, se mantengan en los niveles mínimos posibles y por debajo de los límites máximos establecidos en las normas mexicanas.
III. Que durante el desarrollo del Proyecto no se presenten incidentes que puedan provocar efectos adversos a la salud y al ambiente.
IV. En caso de que se presente algún incidente ambiental, se tomarán acciones inmediatas para su control y remediación.

VI.2.1.3 Responsabilidades de ejecución del programa

La responsabilidad principal de la ejecución de este programa será de la gerencia del Proyecto, quien a través del departamento ambiental del Promovente en conjunto con los contratistas especialistas, supervisará y dará seguimiento puntual a la realización de las diversas actividades durante las diferentes etapas del Proyecto.

VI.2.1.4 Programa calendarizado

En virtud de las diferentes acciones y programas que comprenden el PVA, su aplicación se extiende a todas las etapas del Proyecto, como se puede observar en la siguiente Tabla.

Tabla VI.3. Programa Calendarizado de Trabajo del PVA

	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Abandono y desmantelamiento
Programa de ahuyentamiento de fauna, y rescate de flora y fauna	X	X	X	X
Programa de manejo sustentable del agua y conservación de la calidad	X	X	X	X
Programa de prevención de la contaminación del suelo	X	X	X	X
Programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos	X	X	X	X
Programa de monitoreo de emisiones	X	X	X	X

A continuación, se describen de manera general, los programas específicos que comprenden el Plan de Vigilancia Ambiental.

Programa de Ahuyentamiento de Fauna, Y Rescate de Flora Y Fauna. Este programa tiene como función el proteger a las especies listadas dentro de alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como otras especies que tengan una gran importancia ecológica o presenten un lento crecimiento

Programa de Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad. Este consistirá en promover un uso eficiente de agua, y minimizar la cantidad de agua que se utilizará en las áreas del Proyecto. Este programa estará en vigencia a lo largo de la vida útil del Proyecto.

Programa de prevención de la contaminación del suelo. Este programa, tiene como función principal el evitar que el suelo natural presente en el sitio del Proyecto o en sus alrededores, se vea afectado por eventualidades como el derrame de sustancias químicas o hidrocarburos, por el tránsito de vehículos relacionados con el proyecto, así como por la operación del proyecto.

Programa de Manejo Integral de Residuos. Este consiste en realizar una óptima gestión de los residuos que se generaran con las actividades del proyecto. Este programa se ejecutará durante todas las etapas del proyecto.

Programa de Calidad del aire. Este consiste en asegurar que el Proyecto cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la legislación mexicana vigente.

VI.2.1.5 Propuesta de análisis de los resultados

Cada uno de los programas mencionados anteriormente, contará con indicadores de medición de ejecución y para la eficacia de las medidas propuestas, estos indicadores mostrarán un panorama general de calidad ambiental en el rubro que se está evaluando En caso de que se determine que son necesarias nuevas acciones o la medición de nuevos parámetros adicionales para la medición de algún programa ambiental, se añadirán al programa, fortaleciendo así el control y la vigilancia ambiental sobre las actividades del Proyecto.

VI.2.2 Medidas de prevención y mitigación de impactos

Dentro del Programa de Vigilancia Ambiental, se identifican y describen los cambios que pudieran presentarse en los componentes ambientales vigilados, así mismo se señalan las acciones con las cuales se dará cumplimiento a las medidas de prevención y mitigación, conforme a la normativa aplicable al Proyecto.

Las evidencias que deriven del Programa de Vigilancia Ambiental serán acompañadas por una base de datos, así como una memoria fotográfica y/o video de las actividades que se lleven a cabo para este programa.

La empresa responsable del cumplimiento al Programa de Vigilancia Ambiental será en primera instancia el Promovente, así como los proveedores y contratistas según sea el caso. Para el caso de proveedores y contratistas, éstos designarán un responsable técnico para cada actividad del Proyecto, así mismo el responsable general será el Promovente, el cual garantizará el cumplimento de las actividades propuestas en este PVA.

VI.2.2.1 Metas

El presente apartado presenta las acciones o actividades que se pretenden realizar para la minimización de los impactos ambientales que se reconocieron durante el análisis de impactos ambientales en las secciones anteriores del presente documento, en donde se identificaron aquellas acciones para las cuales fue necesario diseñar medidas de prevención y mitigación, y asimismo aquellos factores del medio, que están se encontraron más afectados previos a la instalación del Proyecto. Durante este proceso se identificaron dos tipos de medidas: preventivas y de mitigación, conforme se describe a continuación:

- *Medidas preventivas*: aquellas que evitan la aparición del efecto, modificando los elementos definitorios de la actividad (tecnología, diseño, traslado, tamaño, materias primas, otros).

- *Medidas de mitigación*: aquellas medidas diseñadas para impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre: Procesos productivos (técnicos), condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor, factores del medio como agente receptor u otros parámetros modificando el efecto hacia otro de menor magnitud o importancia.

VI.2.2.2 Metodología

El proceso de búsqueda y evaluación de propuestas de medidas de mitigación se estructuró considerando los siguientes pasos:

1. *Identificación de ideas/posibilidades*, partiendo de la estructura que definió y describió los impactos y sus relaciones, se elaboró un conjunto de propuestas (lista de posibilidades) para prevenir o mitigar o los impactos ambientales.

2. *Se depuró* la lista de posibilidades de cada propuesta, mediante un proceso de valoración en términos de su eficiencia y viabilidad técnica y económica.

3. Se realizó una *selección* de las medidas que hubieran satisfecho los tres criterios de valoración empleados.

4. Se realizó una descripción de cada medida de mitigación seleccionada para establecer algunos lineamientos que la definieran, sintetizaran su descripción y permitieran establecer su umbral de ejecución.

Factores ambientales, tipos de impactos ambientales e indicadores seleccionados.

Para las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales se seleccionó la información referente al factor ambiental, tipos de impactos ambientales e indicadores seleccionados. A efecto de facilitar un mejor entendimiento, esta información se presenta de forma tabulada, por lo que a continuación se enlista la clasificación de los impactos ambientales:

1. *Positivo o negativo*: En términos del efecto resultante en el ambiente.
2. *Directo o indirecto*: Si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción.
3. *Acumulativo*: Es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
4. *Sinérgico*: Se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales.
5. *Temporal o permanente*: Si es por un periodo determinado o es definitivo.
6. *Reversible o irreversible*: Dependiendo de la posibilidad de regresar a las condiciones originales.
7. *Continuo o periódico*: Dependiendo del periodo de tiempo en que se manifieste.
8. *Residual*: es el impacto que persiste después de la aplicación de las medidas.

Levantamiento de la información, interpretación de la información y retroalimentación de resultados.

Para dar cumplimiento a este punto, se ha establecido en el indicador de cumplimiento, la forma en la que se deberá recolectar la información y/o evidencia del cumplimiento y la correcta aplicación de la actividad planteada, a efecto de garantizar el cumplimiento de la medida de prevención o mitigación de impactos ambientales respectivos. La evidencia de cumplimiento quedará contenida en un reporte, el cual será revisado y retroalimentado por personal especializado de la promovente, quien determinará la necesidad de realizar alguna modificación en el cumplimiento de alguna actividad en lo particular. La evidencia documental, podrá ser un escrito en formato libre, que contenga por lo menos la información del número de actividad a modificar, la causa de la modificación y la forma en que se acuerda su modificación.

A continuación, en la **Tabla VI.4**, se enlistan y describen las medidas a aplicar para la minimización de los impactos, con respecto a las etapas de Preparación del sitio y Construcción y Operación y Mantenimiento. Con respecto a la etapa de Abandono, en la sección II, se presentan los lineamientos generales para el desarrollo del Plan de Abandono, una vez concluida la vida útil del proyecto.

Tabla VI.4, Programa de Vigilancia Ambiental para la Implementación de Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
ETAPA DE PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN						
Fauna	Pérdida de cobertura	Negativo, Directo, Temporal	Preventiva	Se realizará el ahuyentamiento de fauna. En caso de encontrarse fauna dentro del predio, se procederá a la captura y liberación de los ejemplares en predios ambientalmente similares, en sitios cercanos al proyecto.	Proteger la fauna nativa del área.	Reporte de las actividades llevadas a cabo para la captura y liberación del ejemplar. El reporte deberá ir acompañado de un reporte fotográfico.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Indirecto, Temporal	Preventiva	Delimitar el frente de obra para evitar afectaciones a las áreas contiguas	Resguardo de áreas aledañas al predio. Mantener sin modificaciones predios aledaños.	Fotografías que evidencie la delimitación del área del proyecto.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Elaboración de inventario de residuos a generar e identificar prestadores de servicio autorizados para disposición final.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar posibilidad de contaminación de suelo por lixiviados de residuos.	Copia de inventario de residuos generados donde se especifique el prestador de servicio a utilizar.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Recolectar los residuos no peligrosos (escombro, madera, plástico) para su retiro del sitio, evitando su acumulación en el frente de obra.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar posibilidad de contaminación de suelo por lixiviados de residuos.	Fotografías que evidencie la colocación de los depósitos de residuos.

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Colocar depósitos de residuos sólidos domésticos en el frente de obra para impedir la acumulación de basura y arribo de fauna nociva por acumulación de residuos en la superficie del suelo. Los recipientes deberán estar identificados especificando el tipo de residuo que deberá colocarse en ellos.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar posibilidad de contaminación de suelo por lixiviados de residuos. Evitar mezcla de residuos.	Fotografías que evidencie la colocación de los depósitos de residuos. Verificación semanal del estado de los contenedores.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Utilizar contratistas autorizados por SEMARNAT y SCT para la disposición final de residuos peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Seguimiento adecuado de los residuos generados en el sitio.	Manifiestos de disposición de residuos. Copia de autorizaciones de prestadores de servicio.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Utilizar prestadores de servicio autorizados por la autoridad ambiental del estado para la disposición final de los residuos no peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Seguimiento adecuado de los residuos generados en el sitio.	Copia de autorizaciones de prestadores de servicio y de manifiestos o notas de remisión.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Disposición periódica de los residuos no peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar posibilidad de contaminación de suelo.	Manifiestos de residuos no peligrosos o notas de remisión.

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Disposición periódica de los residuos peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar posibilidad de contaminación de suelo.	Manifiestos de residuos peligrosos
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Asignar un responsable técnico capacitado en temas ambientales para que registre en bitácora de obra la generación y manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Seguimiento adecuado de los residuos generados en el sitio. Prevenir la contaminación del suelo.	Copia simple de bitácora de obra donde se evidencie el registro de los residuos generados.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Establecer la prohibición para desarrollar labores de mantenimiento a maquinaria y equipo que se utilice en la obra para evitar la contaminación de escurrimientos pluviales y suelo con el arrastre de lubricantes, aceites y materiales en general.	Prevenir la contaminación del suelo.	Suelo
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Realizar el inventario de sustancias que se manejarán durante estas etapas y determinar las medidas de seguridad para su manejo, capacitando al	Prevenir la contaminación del suelo. Mantener las características fisicoquímicas del suelo igual.	Copia simple del inventario de sustancias manejadas en sitio donde se establezcan sus características de riesgo.

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
				personal que utilizará dichas sustancias.	Evitar contaminación por derrames.	
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Solicitar al contratista un programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo que se utilizará en la obra.	Disminuir la emisión de contaminantes por la quema de gasolina y/o diésel.	Copia simple de programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo.
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Temporal	Mitigación	Humedecimiento del terreno	Disminuir el levantamiento de polvo durante el movimiento de tierra	Evidencia fotográfica y facturas de las pipas de agua que brindarán el servicio
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Solicitar al contratista la identificación de las zonas y/o actividades que requieran del uso de equipo de protección auditiva, requiriendo la instalación de señales y avisos de seguridad.	Disminuir la contaminación por ruido y proteger al personal.	Fotografías que evidencien la identificación del equipo de protección personal requerido en el predio durante las actividades constructivas
Socioeconómico	Oportunidades laborales	Positiva, Directa, Periódico	Compensación	Contratación de trabajadores de las localidades cercanas al proyecto, a fin de generar empleos para la zona.	Aumento de oportunidades de trabajo.	No aplica.
Patrones de Vida	Interés social	Negativo, Directo, Temporal	Mitigación	Señalización del cruce de maquinaria pesada en vías de acceso al predio y, en caso de ser necesario el uso de	Notificar a la población que transita por las vías de acceso del tránsito de	Fotografías de la señalización colocada.

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
				bandereros para el control de tráfico.	maquinaria pesada en el área.	
ETAPA OPEREACIÓN Y MANTENIMIENTO						
Aire	Contaminación del aire / Confort Sonoro	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Mantenimiento de los equipos de acuerdo a indicaciones del fabricante para disminuir el ruido generado por los mismos.	Disminución de la contaminación por ruido	Evidencia de mantenimiento de equipos
Aire	Contaminación del aire /Confort Sonoro	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Realizar una evaluación del nivel sonoro en las áreas del proyecto, determinando las zonas en las que se requiere equipo de protección auditiva para los trabajadores, señalizándolas mediante la instalación de señales y avisos de seguridad.	Disminuir la contaminación por ruido y proteger al personal.	Reporte de monitoreo de ruido en el área del proyecto para evidenciar conformidad con la normatividad aplicable
Aire	Contaminación del aire / Confort Sonoro	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Realizar la evaluación del nivel sonoro en las áreas perimetrales.	Detectar las áreas fuera de norma e implementar una acción correctiva.	Reporte de monitoreo de ruido perimetral.
Aire	Confort Sonoro	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Instalación de áreas verdes como zonas de amortiguamiento/ áreas de conservación	Disminuir el ruido generado por la operación a los huéspedes y al exterior.	Evidencia fotográfica

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y aplicarlo.	Asegurar que en los equipos de combustión, ésta sea completa, minimizando la emisión de contaminantes a la atmosfera.	Copia del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la instalación.
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de control	Asegurar la eficiencia de los equipos	Copia del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la instalación.
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Realizar un inventario de las sustancias que se manejarán, identificando aquellas que se encuentren en el listado RETC. En caso de incluir una nueva sustancia, reportar sus emisiones a través de la COA.	Identificar el tipo de emisiones resultantes por el proyecto y minimizar de ser posible el uso de este tipo de sustancias para no incrementar la contaminación del aire.	Inventario de sustancias manejadas durante la operación (incluyendo copia de su hoja de seguridad en español). Identificación de aquellas sustancias manejadas que se encuentren en el listado de sustancias RETC. Copia de la COA al año siguiente de la entrada en

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
						operación de la instalación.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Inventariar, clasificar y caracterizar los residuos peligrosos y no peligrosos, realizando su manejo de acuerdo con sus procedimientos internos.	Manejo adecuado de residuos.	Suelo
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Registrarse como generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT.	Manejo adecuado de residuos. Cumplimiento con requerimiento legal.	Copia de la actualización del alta de residuos ante SEMARNAT.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Elaborar Plan de Manejo de Residuos Peligrosos	Manejo adecuado de residuos. Establecer medidas de minimización y reciclaje de residuos. Cumplimiento con requerimiento legal.	Presentación del Plan de Manejo de Residuos ante SEMARNAT
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Darse de alta como generador de residuos no peligrosos ante la autoridad ambiental estatal.	Manejo adecuado de residuos. Cumplimiento con requerimiento legal.	Copia de la actualización del alta de residuos
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Reportar la generación de residuos en la COA Estatal.	Manejo adecuado de residuos. Cumplimiento con requerimiento legal.	Copia de la COA aplicable al año siguiente de la entrada en operación de la instalación.

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Elaborar Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial	Manejo adecuado de residuos. Establecer medidas de minimización y reciclaje de residuos. Cumplimiento con requerimiento legal.	Autorización del Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Capacitar al personal en los procedimientos de segregación y manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar la probabilidad de contaminación por mal manejo. Disminuir generación de residuos por mezcla.	Programa de capacitación anual y copia de material de la capacitación. Lista de asistencia del personal, incluyendo nombre y fecha en que recibió la capacitación.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Supervisar la correcta utilización de los almacenes temporales de residuos peligrosos y no peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar la probabilidad de contaminación por mal manejo. Disminuir generación de residuos por mezcla.	Lista de verificación de las condiciones de los almacenes de residuos.
Agua	Contaminación del agua	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Manejo adecuado de las aguas residuales del proyecto	Minimizar la probabilidad de contaminación por mal manejo.	Comprobantes del adecuado manejo del agua residual.

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Mantenimiento periódico cuarto de máquinas	Manejo adecuado de residuos. Minimizar probabilidad de contaminación por fuga en la fosa.	Programa de mantenimiento Copia de los reportes emitidos por el contratista.
Socioeconómico	Confort Sonoro	Positivo Directo, Continuo	Compensación	Instalación de áreas verdes	Aumentar la calidad del paisaje en el sitio del proyecto.	Evidencia fotográfica
Socioeconómico	Oportunidades de empleo	Positivo, Directo, Continuo	Compensación	Contratación de trabajadores de las localidades cercanas del proyecto, a fin de generar empleos para la zona.	Aumento de oportunidades de trabajo.	No aplica.
Socioeconómico	Oportunidades de empleo	Positivo, Directo, Continuo	Compensación	Contratación de servicios en la región, tales como: transporte y disposición de residuos, incluyendo disposición del agua residual.	Aumento de oferta de servicios	No aplica

VI.2.3 Programa de Rescate y reubicación de flora y fauna

VI.2.3.1 Metas

La meta principal de este programa es la prevención y la mitigación de impactos que el presente proyecto puede tener sobre la flora y la fauna del sitio del proyecto. Este programa estará en concordancia con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) para el cuidado de los organismos. Dentro de las metas del presente programa se tienen:

I. Evitar afectaciones a especies de flora y fauna listadas bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como otras especies que tengan una gran importancia ecológica o presenten un lento crecimiento
II. Realizar el ahuyentamiento de la fauna que se encuentra en el sitio antes de realizar actividades en el predio.
III. Proveer seguimiento a los especímenes de flora reubicados para asegurar su sobrevivencia.

VI.2.3.2 Responsables del desarrollo

El departamento ambiental del Promovente será el responsable de la ejecución de este programa, en conjunto con el contratista a cargo de la construcción, quien también será responsable de prevenir las afectaciones a la biota del lugar con el fin de evitar la total degradación de los especímenes que se encuentran en el sitio.

VI.2.3.3 Metodología

En primera instancia se evitará la afectación de cualquier área con flora hasta que un experto haya evaluado el sitio y se haya determinado de cuales individuos será necesario realizar el rescate mediante el marcaje de cada uno de los individuos a ser rescatados.

En el caso de los nidos o madrigueras, estos deberán ser reubicados en sitios aledaños que presenten características similares en las que fueron encontradas, tomando registro en la bitácora y con evidencia fotográfica que servirá como registro de las actividades realizadas.

VI.2.3.4 Medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

Conservación de flora

Los lineamientos generales que la promovente y los contratistas deberán acatar para la conservación de flora incluyen los siguientes:

- Ejecutar los trabajos de construcción solamente en áreas liberadas y autorizadas por los responsables de Medio Ambiente del proyecto;
- Concientizar al personal involucrado en las actividades del proyecto acerca de la importancia biológica, ecológica y económica de las especies de flora que se encuentran en la zona del proyecto;
- Reportar el avistamiento o peligro de cualquiera de las especies protegidas de flora en áreas del proyecto;
- Prohibir la remoción y/o extracción de flora en cualquier área de Proyecto, excepto en aquellas áreas previamente autorizadas y liberadas por el personal ambiental previa solicitud y evaluación;
- Prohibir el daño y/o tráfico de cualquier especie de flora, en especial de las que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010;

- Prohibir la tala o afectación de los árboles, arbustos o plantas en general en áreas no autorizadas, limitando el desmonte y despalme a las áreas especificadas;
- Prohibir la acumulación de material producto del desmonte y despalme fuera de los límites del área autorizada del proyecto;
- Prohibir la quema de árboles, arbustos, hierbas o partes de ellos;
- Prohibir el uso de químicos o del fuego para las actividades de limpieza, desmonte, deshierbe o de otra índole que pueda afectar a la flora;
- Prohibir el vertimiento de sustancias tóxicas o cualquier otro material sobre la vegetación o al pie de las mismas que les cause daño, la muerte o que afecten su desarrollo natural;
- Prohibir el uso de áreas de vegetación que funjan como almacenes de maquinaria o estacionamientos temporales;
- Limitar el tránsito de vehículos a las áreas destinadas para su circulación para evitar la afectación de áreas con vegetación natural;
- Verificar periódicamente las condiciones de la maquinaria y vehículos, con el fin de evitar derrames de aceites u otras sustancias contaminantes al suelo y la vegetación; e
- Integrar la información relativa a la protección de flora en el reporte mensual.
- Como lo establece el POEL-Solidaridad, Se integrará al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.

Rescate de flora

Es obligación del contratista que realice los trabajos de rescate y reubicación de flora el obtener previamente la autorización para el inicio de los mismos por parte de la promovente. Este contratista deberá además integrar la información relativa a los trabajos de rescate y reubicación de flora en sus reportes mensuales y reporte final, incluyendo entre otros:

- Todos los requisitos establecidos en el marco legal y normativo, este PVA, reglamentos y los programas y procedimientos referidos;
- Programa de áreas de rescate de acuerdo a los Planes y Programas de Construcción;
- Planes y procedimientos de rescate y reubicación:
  - Personal, equipo, maquinaria y materiales a ocupar
  - Marcaje y señalización de los ejemplares de las especies a rescatar
  - Identificación de cada individuo mediante una etiqueta plástica que contenga, número, lugar y fecha de rescate, anotando estos datos en un formato autorizado
  - Procedimientos de extracción, traslado, resguardo y trasplante de ejemplares
  - Mantenimiento y seguimiento del índice de supervivencia (deberá ser mayor al 85%)
- Superficie de las áreas liberadas, porcentaje de avance de rescate;
- Cantidad total de ejemplares por especie y cantidad de ejemplares marcados, rescatados, y reubicados; y
- Memoria Fotográfica descriptiva

Los contratistas deberán conservar y mantener en sitio toda la documentación relativa a la conservación de la flora del proyecto, así como entregar las bitácoras de campo a la promovente. El contratista deberá incluir las medidas correctivas necesarias en caso de que se identifique alguna desviación en la ejecución de las actividades.

Conservación de Fauna

Las actividades de este apartado tienen por objeto la identificación, protección, rescate, y reubicación de las especies de fauna en el área del Proyecto, con un enfoque en las listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las de lento desplazamiento (reptiles y mamíferos pequeños).

Los lineamientos generales que se acatarán para la conservación de fauna incluyen los siguientes:

- Ejecutar los trabajos de construcción solamente en áreas liberadas y autorizadas por los responsables de Medio Ambiente proyecto;
- Concientizar al personal involucrado en las actividades del proyecto acerca de la importancia biológica, ecológica y económica de las especies de fauna que se encuentran en la zona del proyecto;
- Reportar el avistamiento o peligro de cualquiera de las especies protegidas de fauna en áreas del proyecto;
- Prohibir los daños o disturbios a la fauna en cualquier área del Proyecto;
- Prohibir el tráfico de cualquier especie de fauna, en especial de las que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de lento desplazamiento;
- Prohibir la caza de fauna silvestre;
- Verificar periódicamente las condiciones de la maquinaria y vehículos, con el fin de evitar derrames de aceites u otras sustancias contaminantes al suelo y la vegetación y por consiguiente a la fauna; y
- Integrar la información relativa a la protección de fauna en el reporte mensual.

Rescate de fauna

Es obligación del contratista que realice los trabajos de rescate y reubicación de fauna el obtener previamente la autorización para el inicio de los mismos por parte de la promovente. Este contratista deberá además integrar la información relativa a los trabajos de rescate y reubicación de fauna en sus reportes mensuales y reporte final, incluyendo entre otros:

- Todos los requisitos establecidos en el marco legal y normativo, este PVA, reglamentos y los programas y procedimientos referidos;
- Programa de áreas de rescate de acuerdo a los Planes y Programas de Construcción;
- Planes y procedimientos de rescate y reubicación:
  - Personal, equipo, maquinaria y materiales a ocupar
  - Recorridos para capturar serpientes
  - Revisión de trampas el día siguiente
  - Procedimientos de captura, traslado y liberación de ejemplares
  - Registro de cada individuo que contenga, especie, número, lugar y fecha de rescate y liberación en un formato autorizado
  - Procedimientos de extracción, traslado, resguardo y trasplante de ejemplares
- Superficie de las áreas liberadas, porcentaje de avance de rescate;
- Cantidad total de ejemplares por especie y cantidad de ejemplares capturados, rescatados, y liberados; y
- Memoria fotográfica descriptiva

VI.2.4 Programa de Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad

VI.2.4.1 Metas

La meta principal de este programa es realizar y promover un manejo sustentable del recurso hídrico dentro de todas las etapas y actividades que involucra el presente Proyecto. Dentro de las metas del presente programa se tienen:

IV. Evitar la contaminación de arroyos y cuerpos de agua.
V. Promover el uso eficiente del recurso hídrico.

VI.2.4.2 Responsables del desarrollo

El departamento ambiental del Promovente será el responsable de la ejecución de este programa, en conjunto con el contratista a cargo de la construcción, quien también será responsable del manejo adecuado de los residuos, con el fin evitar una posible contaminación a cuerpos de agua, así como de verificar que no existan fuentes de contaminación hacia los mismos durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Durante la etapa de operación del Proyecto, el responsable de dar seguimiento a estas actividades será el departamento ambiental del Promovente y el contratista a cargo de la operación y mantenimiento de las instalaciones del proyecto.

VI.2.4.3 Metodología

En primera instancia se evitará la intervención/modificación de cualquier escurrimiento, durante cualquiera de las etapas del Proyecto, con esta medida se asegurará que el flujo hidrológico del sistema ambiental del Proyecto no se vea afectado por la instalación del Proyecto.

Con respecto al uso optimizado del recurso hídrico, se realizarán inspecciones periódicas, con el fin de detectar posibles pérdidas dentro del sistema de conducción de agua como tuberías, se llevará un estricto control sobre el riego de caminos mediante el análisis de estadísticas de consumo. Mientras que simultáneamente se tendrá un sistema de verificación mediante recorridos e inspecciones para asegurar que no existan posibles fuentes de contaminación hacia cuerpos de agua.

Adicionalmente se creará conciencia en los huéspedes del hotel mediante panfletos y notas de comunicación de la importancia de cuidar el agua, así como señalando técnicas y consejos para promover el ahorro de agua.

VI.2.4.4 Medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

El Proyecto prevé la generación de agua residual sanitaria, de restaurantes, de las actividades de limpieza, así como del área de lavandería derivada de la operación normal del proyecto. Las aguas residuales sanitarias serán conducidas al drenaje municipal para su posterior tratamiento. Las aguas residuales se generarán a lo largo de toda la vida útil del Proyecto.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono, se instalarán sanitarios portátiles para los trabajadores de la obra, por lo que no se consideran descargas de agua residual sanitaria. El agua residual generada en los sanitarios portátiles será dispuesta a través de un prestador de servicio autorizado, para darle un tratamiento y disposición final.

Con el propósito de minimizar la cantidad de agua requerida para el Proyecto, se realizarán las siguientes acciones:

1) Inspecciones semestrales a la red de distribución de agua de los equipos para identificar posibles fugas y/o pérdidas de agua;

2) Utilizar solo agua tratada para el riego de caminos y áreas de construcción. En caso de que se identifique un consumo excesivo de agua para riegos, se deben buscar alternativas como el uso de supresores químicos en los caminos.

3) Se fomentará el cuidado y el correcto uso del recurso hídrico en el personal que labora en el Proyecto a través de campañas de educación ambiental y de concientización, con lo que se espera crear una cultura de cuidado hacia el ambiente.

Con respecto a evitar la contaminación del recurso agua, se realizarán las siguientes acciones:

4) Para el almacenamiento de productos químicos, se utilizarán únicamente contenedores adecuados al tipo de sustancia y en buen estado.

5) El manejo de químicos se realizará en superficies del Proyecto donde se cuente con piso de concreto y sistemas de contención de posibles derrames.

6) No se realizará ningún tipo de descarga no autorizada a cuerpos de agua o alcantarillados de sustancias químicas, residuos o de alguna otra sustancia que pudiera causar algún tipo de contaminación.

VI.2.4.5 Indicadores de realización

Los indicadores son parámetros empleados para la evaluación del estado de un sistema, en este caso los indicadores se utilizarán para proporcionar seguimiento a actividades específicas que reflejan el desempeño o condición ambiental de un parámetro de interés. A continuación, se presentan los indicadores que serán utilizados para asegurar un uso sustentable del agua y conservar su calidad.

$$Agua\ residual\ manejada\ adecuadamente = \frac{Agua\ residual\ dispuesta\ de\ manera\ autorizada}{Agua\ residual\ total\ generada} * 100$$

Con el propósito de corroborar que no existan descargas irregulares de alguna sustancia que pueda causar algún tipo de contaminación al agua, se realizarán recorridos e inspecciones mensuales en las cuales se revisarán puntos de interés. Como evidencia se mantendrá una bitácora de los recorridos y las acciones correctivas realizadas.

VI.2.4.6 Indicador de eficacia

Una vez que se implementan las medidas de prevención y mitigación referentes a la conservación de la calidad de agua, se podrá evaluar su eficiencia a través de los siguientes indicadores

$$prevención\ de\ la\ contaminación = \frac{1 + \#\ de\ posibles\ fuentes\ de\ contaminación\ de\ agua\ detectadas}{1 + \#\ de\ posibles\ fuentes\ de\ contaminación\ de\ agaua\ eliminadas} * 100$$

$$contaminación\ de\ agua = \frac{1 + \#\ de\ casos\ de\ contaminación\ de\ agua\ detectadas}{1 + \#\ de\ posibles\ fuentes\ de\ contaminación\ de\ agaua\ eliminadas} * 100$$

Respecto estos indicadores, se entiende que es deseable que ambos presenten siempre un valor de 100, ya que una disminución en este valor es indicativo, de una posible deficiencia en el manejo del recurso hídrico.

VI.2.4.7 Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

En ambos casos, se pretende que en una condición óptima del componente ambiental sea cuando los indicadores presentan un valor igual a 100, ya que esto se traduce en que, no se detectaron fugas o fuentes de contaminación durante la inspección, y las que se detectaron fueron atendidas oportunamente.

VI.2.4.8 Calendario de comprobación

Como se mencionó anteriormente, se espera que las medidas propuestas en el plan de manejo sustentable del agua y conservación de la calidad, promuevan de manera eficiente el uso sustentable de este recurso.

Las medidas de prevención y/o mitigación de impactos propuestas en el presente Programa de Vigilancia Ambiental, tienen un campo de aplicación muy diverso y beneficiarán diferentes parámetros ambientales, debido a esta característica, la periodicidad del tiempo de comprobación también será variable en concordancia con cada medida de mitigación.

VI.2.4.9 Punto de comprobación

La vigilancia en este aspecto del Proyecto es una actividad sencilla, pues la infraestructura está considerada para su operación a largo plazo y consiste básicamente en la inspección visual periódica de los siguientes aspectos.

1. Inspección de tuberías
2. Detección y corrección de fugas
3. Eliminación de las fuentes de contaminación en el Proyecto, con énfasis en posibles descargas de agua residual y/o materiales en cuerpos de agua.

VI.2.4.10 Medidas de urgente aplicación

En caso de que alguna situación extraordinaria se presente, se tomarán las medidas necesarias para para prevenir la contaminación del agua a través de corrección de fugas, eliminación de descargas y/o capacitación adicional al personal para prevenir la contaminación del agua.

VI.2.5 Programa de Prevención de la Contaminación del Suelo

VI.2.5.1 Metas

Este programa tiene como objetivo el establecer los mecanismos y actividades que contribuyan a:

I. Prevenir la contaminación del suelo.
II. Prevenir la pérdida de suelo.
III. Mitigar los impactos ambientales del Proyecto hacia este factor ambiental.

VI.2.5.2 Responsables del desarrollo

Debido a que actividades como la remoción de vegetación, excavaciones y en general el movimiento de tierras, los cuales se llevarán a cabo principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la responsabilidad de la aplicación de este programa específico durante estas actividades, estarán a cargo del Departamento Ambiental del Promovente y de los contratistas designados para el Proyecto.

VI.2.5.3 Metodología

Existen muchas técnicas o prácticas de conservación de suelo, las cuales se aplican principalmente para mitigar los procesos de degradación de suelos, que se dan por la actividad antropogénica. Debido a que en el área se instalará un hotel, la mayor parte del Proyecto estará compactada, por lo que el establecimiento de las medidas de conservación estará encaminado a la preservación del suelo fértil. Esta acción se puede lograr mediante la siguiente práctica:

1) El proceso de rescate de suelo fértil, consiste en términos simples en la relocalización de la capa fértil de suelo en un sitio adecuado para su conservación.
2) Los excedentes de la nivelación, junto con el producto de las excavaciones en la etapa de construcción serán mezclados y dispersados en capas uniformes y secuenciales de 20 cm de espesor, en las áreas verdes de la instalación, así como en otras áreas designadas para este propósito. El material disperso deberá tener una pendiente máxima de 5% a fin de no propiciar erosión.

Prácticas para la preservación del suelo

El suelo que será removido de las actividades de preparación del sitio y construcción será reacomodado en las áreas verdes del Proyecto o en alguna otra zona que se determine que es apropiada para este propósito. La vegetación removida que no pueda ser rescatada y reubicada, será triturada y almacenada junto con el suelo, esto con la intención que, la degradación de la materia orgánica contribuya al enriquecimiento de nutrientes y minerales del suelo.

El suelo permanecerá en esta locación durante toda la vida útil del Proyecto, ya que, al término de la misma, el suelo fértil almacenado se utilizará para la recuperación del sitio como parte de las actividades de Abandono.

Prevención de la contaminación del suelo.

La prevención de la contaminación implica el uso de materiales, procesos o prácticas que reducen o eliminan la generación de contaminantes o residuos desde la fuente. Durante todas las etapas del desarrollo del presente Proyecto se tendrán practicas enfocadas a la prevención de la contaminación de suelo, tales como:

1) Delimitación de áreas de estacionamiento de maquinaria
2) Manejo adecuado de residuos

3) Colocación de sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio.

VI.2.5.4 Medidas para prevenir, mitigar o compensar la contaminación al suelo

La siguiente tabla presenta las medidas para la prevención o mitigación de la contaminación al suelo

Tabla VI.5. Medidas para la prevención o mitigación de la contaminación al suelo

No.	Medidas de mitigación, compensación y/o prevención propuestas	Descripción de las medidas / Responsables	Indicadores	Umbrales	Calendario y punto de comprobación	Medidas de urgente aplicación
1	Delimitación del área sujeta a construcción	Se llevará a cabo una delimitación adecuada del área para la construcción del Proyecto para evitar un impacto mayor, así como una mayor erosión. Responsables: Contratista y personal del Promovente. Ejecución: contratista Supervisión: Personal del Promovente	**Indicador de realización**: Se espera que el impacto se presente en la etapa de preparación del sitio y construcción debido a las actividades de limpieza, trazo, nivelación del terreno y construcción. **Indicador de efectos**: las actividades de excavación podrán ocasionar un nivel mínimo de erosión en el área del Proyecto.	**Umbral de alerta**: al observar actividades fuera del área delimitada. **Umbral inadmisible**: Desmonte y despalme fuera de las áreas autorizadas	Se tendrá una bitácora con evidencia fotográfica de la delimitación de las obras durante la etapa de construcción del Proyecto. La frecuencia de comprobación será quincenal durante las etapas de preparación del sitio y construcción.	En caso de que el personal contratista sobrepase los límites del permiso, se detendrán las actividades de construcción en la zona y se propondrán acciones correctivas.

No.	Medidas de mitigación, compensación y/o prevención propuestas	Descripción de las medidas / Responsables	Indicadores	Umbrales	Calendario y punto de comprobación	Medidas de urgente aplicación
2	Delimitación del área destinada para el resguardo de maquinaria y equipo	Se llevará a cabo una delimitación adecuada del área destinada para el resguardo de la maquinaria y equipo a utilizar, con el fin de evitar la propagación de manchas de aceite en el suelo. Se colocará algún elemento de contención debajo de los motores para evitar derrames o se considerará, la colocación de una plancha de concreto. Responsables: Contratista y personal del Promovente Ejecución: contratista Supervisión: Personal del Promovente	**Indicador de realización**: la totalidad de la maquinaria se encontrará dentro de esta área cuando no esté en uso. **Indicador de efectos**: se espera prevenir la contaminación al suelo mediante un programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo, así como también mediante el uso de kits de derrames.	**Umbral de alerta**: suelo con manchas de aceite (10%) del área. **Umbral inadmisible**: cantidad importante del suelo con manchas de aceite (20%).	Presentar evidencia fotográfica en la bitácora, así como el programa de mantenimiento de la maquinaria. Se comprobará de manera visual que la maquinaria sea estacionada en el área designada.	En caso de que existan derrames mayores al 20%, del área del Proyecto, se detendrá el uso de la maquinaria para llevar a cabo actividades de remediación y control de la contaminación.
3	Manejo integral adecuado de los residuos generados	El personal deberá conocer e identificar con claridad los contenedores instalados en el sitio, los cuales deberán tener una capacidad adecuada y debidamente rotulados para la clasificación y	**Indicador de realización**: la totalidad de los residuos se manejará de forma adecuada. **Indicador de efectos**: se evitará la contaminación del suelo mediante el	**Umbral de alerta**: cuando se detecte un manejo inadecuado de los residuos. **Umbral**	El personal deberá identificar y clasificar los residuos en los recipientes correspondientes. Se comprobará el adecuado manejo de los residuos a través	En caso de que se presente el umbral inadmisible, se reforzarán los conocimientos del personal a

No.	Medidas de mitigación, compensación y/o prevención propuestas	Descripción de las medidas / Responsables	Indicadores	Umbrales	Calendario y punto de comprobación	Medidas de urgente aplicación
		separación de los residuos de manejo especial y peligrosos. Los residuos deberán transportarse por medio de empresas autorizadas a sitios que cuenten con los permisos correspondientes para disponer de los mismos.	adecuado manejo de los residuos.	**inadmisible**: cuando se presente una disposición incorrecta de los residuos o se detecte que pudiera provocar contaminación del suelo.	de la recolección y disposición de manera mensual.	través de cursos de capacitación.
4	Colocación de sanitarios portátiles	Se colocarán sanitarios portátiles en el sitio del Proyecto. Con esta medida de evitará la defecación al aire libre y se evitará la generación de malos olores, contaminación del suelo, generación de fauna nociva u otros vectores de enfermedades. Responsables: Contratista y personal del Promovente.	**Indicador de realización**: la totalidad de los trabajadores utilizará los sanitarios portátiles. **indicador de efectos**: se evitarán casos de defecación al aire libre.	**Umbral de alerta**: cuando se detecten olores debido al uso de sanitarios portátiles. **Umbral inadmisible**: defecación al aire libre o derrame de aguas negras en los alrededores de los sanitarios.	Al instalar los sanitarios portátiles y cuando se de mantenimiento de las aguas sanitarias generadas. Se llevará una bitácora de mantenimiento y limpieza de los baños	En caso de alcanzar el umbral inadmisible se recurrirá a la empresa contratista para que proceda a realizar las actividades pertinentes, así como un llamado a la no recurrencia
5	Atención a derrames	En caso de algún derrame, se deberá eliminar inmediatamente la fuente de contaminación. Se deberá	**Indicador de realización**: n/a **indicador de efectos**: Limpieza del área afectada	**Umbral de alerta**: al observar suelo con señales de contaminación por alguna sustancia	En caso de que se identifique contaminación al suelo, esta deberá ser reportada a la autoridad para que	En caso de que se identifique un sitio contaminado, se realizará un análisis de las

No.	Medidas de mitigación, compensación y/o prevención propuestas	Descripción de las medidas / Responsables	Indicadores	Umbrales	Calendario y punto de comprobación	Medidas de urgente aplicación
		remover el suelo contaminado. Responsables: Contratista y personal del Promovente.		química. **Umbral inadmisible**: al detectar fuentes de contaminación recurrente.	aplique lo conducente. Adicionalmente se llevará una bitácora de las actividades realizadas	condiciones y acciones que causaron la contaminación para asegurar que no se repita

VI.2.5.5 Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

El conjunto de los indicadores señalados en la tabla anterior proveerá información suficiente con respecto al estado del parámetro ambiental suelo. El objetivo de este programa es evitar la contaminación, cuando algunos de los indicadores presente un valor diferente a 100, se entiende que se presentaron situaciones que requieren atención, y además que, existen áreas de oportunidad para mejorar el manejo ambiental de las operaciones del Proyecto.

VI.2.6 Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos

El presente Proyecto generará diversos residuos de manejo especial, principalmente durante la etapa de preparación del sitio, construcción. Por lo que espera generar residuos de metal, material de embalaje de los equipos, plásticos, y pedacería de madera.

Por otro lado, durante la etapa de operación se generarán residuos provenientes del mantenimiento de maquinaria y equipo, así como residuos provenientes de las habitaciones, de los restaurantes, áreas comunes y de oficinas del hotel.

Es importante mencionar que la totalidad de los residuos que serán generados por las actividades del Proyecto, serán manejados y dispuestos de manera adecuada, conforme a la legislación correspondiente, con lo cual se evitará la posibilidad de que se produzca contaminación en el sitio a partir de los residuos generados.

VI.2.6.1 Objetivos

Los objetivos del programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos consisten en:

I. Minimizar la generación de residuos
II. Promover la reutilización y reciclaje de los residuos
III. Prevenir la contaminación a cualquier factor ambiental debido al manejo de residuos

VI.2.6.2 Responsables del desarrollo

Dentro de la plantilla de trabajadores del departamento ambiental del Promovente se tendrá a un encargado con capacitación específica, el cual, estará a cargo de verificar que los residuos se manejen en concordancia con los lineamientos establecidos en los ordenamientos legales aplicables, desde el punto de generación, hasta el sitio de disposición final de los mismos.

VI.2.6.3 Metodología

La gestión de residuos engloba todas las actividades necesarias para el manejo y disposición final de los mismos. De manera general para todos los tipos de residuos, se realizarán las siguientes actividades dentro del sitio del Proyecto:

- Segregación de los residuos. Se deberá considerar por lo menos la separación en 3 recipientes distintos: residuos orgánicos, reciclables y residuos a disposición final.
- Integración de los residuos orgánicos. Estos residuos, podrán incorporarse al suelo rescatado a fin de enriquecerlo.
- Disposición adecuada de los residuos que no sean susceptibles de reciclaje o tratamiento.
- Supervisión para evitar la disposición de residuos en áreas no autorizadas.
- Educación ambiental. Se deberá inculcar a los trabajadores el cuidado del entorno, promoviendo la colecta y la adecuada segregación de los residuos
- Vinculación con empresas de reciclaje.

VI.2.6.4 Residuos de manejo especial

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se generará una gran cantidad de residuos de manejo especial, por el material de empaque y embalaje de los equipos y maquinaria. La siguiente

tabla presenta los residuos de manejo especial que se espera serán generados en el proyecto, así como también el lugar de almacenamiento temporal y disposición final.

Tabla VI.6. Residuos de manejo especial en el Proyecto

Residuo	Tipo de residuo	Disposición temporal	Disposición final
Plástico	Manejo Especial	Almacén temporal de residuos de manejo especial	Prestador de servicios autorizado
Domésticos	Sólidos Urbanos		
Restos de comida	Sólidos Urbanos		
Papel reciclable	Sólidos Urbanos		
Madera (embalaje y utilizados en procesos)	Manejo Especial		
Cartón reciclable (solo los utilizados en procesos)	Manejo Especial		
Vidrio	Sólidos Urbanos		
Chatarra	Manejo Especial		

Este tipo de residuos será colectado en tambos metálicos de 200 litros que no presenten abolladuras ni fugas, y posteriormente serán almacenados en el almacén de residuos de manejo especial hasta que sean colectados por un prestador de servicios autorizado para su transporte hasta un sitio de disposición final.

VI.2.6.5 Residuos peligrosos

Estos residuos son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, (clasificación CRETIB) así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados.

La siguiente tabla presenta los residuos de peligrosos que se espera serán generados en el proyecto, así como también su clasificación de peligrosidad, el lugar de almacenamiento temporal y disposición final.

Tabla 0.1 Residuos de manejo especial en el Proyecto

Residuo	Tipo de residuo	CRETIB	Disposición temporal	Disposición final
Pintura	Peligroso	Tóxico Inflamable	Almacén temporal de residuos peligrosos	Prestador de servicios autorizado
Trapos y filtros con hidrocarburos	Peligroso	Tóxico Inflamable		
Lámparas fluorescentes	Peligroso	Tóxico		
Pilas y baterías	Peligroso	Corrosivo Tóxico		
Grasa	Peligroso	Tóxico Inflamable		
Aceites usados	Peligroso	Tóxico		
Thinner	Peligroso	Tóxico Inflamable		

Para el manejo de estos residuos se deberá construir un almacén temporal conforme a lo establecido en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, contemplando al menos lo siguiente:

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

Adicionalmente a las medidas de almacenamiento, el promovente del proyecto mantendrá una bitácora para mantener un control de la generación de los residuos peligrosos, así como de su ingreso y salida del almacén temporal de almacenamiento, la bitácora contará con la siguiente información:

a) Nombre del residuo y cantidad generada;

b) Características de peligrosidad;
c) Área o proceso donde se generó;
d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;
e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;
f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y
g) Nombre del responsable técnico de la bitácora

La vigilancia en el manejo de los residuos debe realizarse en dos instancias, la primera hacia el interior del proyecto mediante la minimización de la generación de residuos y la segunda hacia el exterior en la disposición adecuada de los mismos.

Para el manejo de residuos existen lineamientos de seguimiento bien establecidos tanto a nivel federal como a nivel estatal, de acuerdo a las competencias de cada uno. Para esto deberá observarse de forma estricta mantener evidencia a través de:

I. Bitácoras de generación de residuos.
II. Manifiestos de entrega – recepción de residuos peligrosos.
III. Reporte anual de COA Federal (en caso de aplicar)

El encargado de la vigilancia ambiental será el encargado del control de las bitácoras, así como de la verificación de los manifiestos de los residuos peligrosos.

VI.2.6.6 Medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

Con el fin de disminuir la probabilidad de impactar el suelo del predio y áreas aledañas, los residuos se manejarán en contenedores adecuados, y se almacenarán en instalaciones que cumplan cabalmente con la normatividad y regulaciones correspondientes para evitar la migración de posibles contaminantes que pudieran verterse accidentalmente. Adicionalmente, el Promovente con ayuda del departamento de seguridad, higiene y medio ambiente promueve que sus empleados y contratistas cumplan con los procedimientos de seguridad y manejo de residuos, para minimizar accidentes y/o contingencias ambientales

VI.2.6.7 Indicadores de realización y eficacia

En virtud de que el programa considerará residuos de diversa índole, la manera en que se manejarán y destinarán a su disposición final variará entre éstos. No obstante, deberán acatarse en su totalidad las acciones expresas en el programa ya que de ello dependerá la eficiencia de la medida.

$$Minimización\ de\ residuos = \frac{toneladas\ generadas\ en\ el\ mes\ anterior}{toneladas\ generadas\ en\ el\ presente\ mes}100$$

$$Eficiencia\ en\ la\ gestión\ de\ residuos = \frac{Volumen\ dispuesto\ conforme\ a\ la\ ley}{Volumen\ de\ residuos\ generados}100$$

VI.2.6.8 Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

En caso de que el indicador de residuos sea menor a 100, esto indica que existe residuos, ya sea de manejo especial, peligrosos o ambos, a los que no se les proporciona el manejo adecuado.

VI.2.6.9 Calendario de comprobación

Con la intención de mantener un adecuado manejo de los residuos se proponen las siguientes actividades de comprobación:

Tabla 1.2 calendario de comprobación para el adecuado manejo de residuos

Actividad	Frecuencia de verificación
Recorridos de inspección	Quincenal
Comprobación de bitácoras	Bimestral
Comprobación de manifiestos	Bimestral

VI.2.6.10 Punto de comprobación

Debido a las características físicas de los residuos, es probable que un mal manejo de los mismos cause una posible contaminación sobre los parámetros ambientales suelo y/o agua, es por eso que, se realizará un recorrido quincenal por las instalaciones del predio del Proyecto para asegurar que no existan residuos fuera de su lugar designados, adicionalmente, se verificará de manera bimestral la documentación referente a las bitácoras y manifiestos de residuos para asegurar que no existan discrepancias.

VI.2.6.11 Medidas de urgente aplicación

En caso de que alguna situación extraordinaria llegara a presentarse, el responsable del Departamento Ambiental del Promovente proporcionará cursos de capacitación adicionales al personal encargado del manejo de residuos para de esta forma asegurar una mejora en el manejo de los residuos.

VI.2.7 Programa de control de Emisiones

Podemos definir la contaminación del aire como cualquier condición atmosférica en el que las sustancias presentes producen un efecto adverso medible, en la salud del humano, de los animales y de los vegetales, o bien un daño físico en los materiales (por ejemplo, edificaciones y monumentos). Así mismo definiremos como contaminante, a toda aquella sustancia que cause una desviación en la composición química media de la atmósfera. Los contaminantes pueden encontrarse en estado sólido, líquido y gaseoso.

Entre los contaminantes atmosféricos más importantes se encuentran compuestos que contienen azufre, nitrógeno, carbono, halógenos, sustancias tóxicas y compuestos radioactivos. Las fuentes antropogénicas de contaminación atmosférica pueden clasificarse como fuentes fijas y fuentes móviles conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

En este mismo sentido, este programa integra los requerimientos establecidos en el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, en Materia de Prevención y Control de La Contaminación Ambiental.

VI.2.7.1 Metas

Los objetivos del programa de monitoreo de emisiones consisten en:

I. Reducir la contaminación del aire debido a las actividades realizadas en el Proyecto.
II. Establecer un programa de monitoreo de emisiones

VI.2.7.2 Responsables del desarrollo

Debido a que actividades como la remoción de vegetación, excavaciones y el movimiento de tierras generarán emisiones principalmente de partículas, las cuales se llevarán a cabo principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la responsabilidad estas actividades estarán a cargo del Departamento Ambiental del Promovente, en conjunto con los contratistas designados para el Proyecto.

Durante la etapa de operación, el Promovente será el responsable de dar mantenimiento a los equipos que generen emisiones a la atmosfera.

VI.2.7.3 Metodología

Se tendrá un control sobre las emisiones a lo largo de toda la vida útil del proyecto, durante las primeras dos etapas este programa se enfocará en el mantenimiento de la maquinaria, la cual será la principal fuente de emisión, mientras que, en la etapa de operación, la atención se centrará en aquellas actividades que realicen la quema de combustible o emitan partículas.

Adicionalmente, se establecerán otras medidas complementarias para prevenir una afectación a la calidad del aire:

1) Se elaborará un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo, especialmente de aquellos equipos que tengan el potencial de generar emisiones a la atmósfera;

VI.2.7.4 Medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las principales emisiones serán generadas a partir de la suspensión de polvos y partículas generados por el movimiento de tierras en el sitio, las excavaciones y la construcción de cimentaciones, así como los gases de combustión emitidos por la maquinaria y equipo. Durante esta etapa, se realizará lo siguiente:

1) Se instalarán mallas perimetrales que contengan la emisión de polvo, y se humedecerán las áreas de circulación y de trabajo para disminuir el levantamiento de polvos y solo en caso de ser necesario, se evaluará la posibilidad de utilizar supresores químicos de polvo.

2) Se solicitará a las compañías contratistas que lleven a cabo el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, para asegurar una combustión adecuada y no exceder las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Como indicador de cumplimiento, se establecerá una bitácora de registro de mantenimiento y se solicitará la evidencia del mismo para llevar un control estricto sobre esta actividad.

3) El suministro de concreto se llevará a cabo utilizando Camiones Especializados para transportar Concreto (mezcladoras), a partir de un proveedor local. Como parte de los requerimientos de contratación, se solicitará que presente todas las autorizaciones en materia ambiental por parte de la SEMA, y en especifico que sus plantas mezcladoras y dosificadoras, tengan el Programa de Cumplimiento ambiental para la regulación de emisiones a la atmósfera.

Durante la etapa de operación se proponen las siguientes actividades:

1) En los diferentes puntos fijos de emisiones a la atmósfera dentro de la operación, se instalarán chimeneas para dirigir los gases de combustión. Las chimeneas contarán con la altura necesaria para lograr un buen mezclado de los contaminantes, además de contar con plataformas y puertos de monitoreo, en caso de rebasar los límites máximos permisibles, evaluará la instalación de sistemas de control adicionales.

2) Otra actividad que se llevará a cabo durante la operación del Proyecto es la detección de fugas de gas, esta actividad se llevará a cabo durante las actividades de mantenimiento, e incluirá la calibración del transmisor de flujo de gas, lubricación de válvulas e inspección de la tubería.

VI.2.7.5 Indicadores de realización

Con la intención de comprobar el estado de los vehículos y de la maquinaria que trabaja en el sitio, se tendrá un estricto control y seguimiento sobre las acciones de mantenimiento de equipos, para el presente caso, se utilizará un indicador que muestra las actividades de mantenimiento en el sitio

$$Eficiencia\ de\ mantenimiento = \frac{Unidades\ con\ mantenimiento\ realizado\ por\ mes}{Unidades\ con\ mantenimiento\ programado\ por\ mes} 100$$

VI.2.7.6 Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

En cuanto al análisis de datos se refiere y como se ha mencionado anteriormente, se espera que la totalidad de los equipos que generen emisiones a la atmosfera cumplan cabalmente con los estándares regulatorios aplicables, por lo que al obtener un indicador con un valor diferente a 100, se impondrán medidas emergentes con la intención de poder corregir la situación.

VI.2.7.7 Calendario de comprobación

La calendarización de las actividades es importante, ya que engloba el periodo de revisión y análisis para los criterios evaluados, para el caso del mantenimiento, las bitácoras serán revisadas con una periodicidad mensual, para evaluar su cumplimiento, mientras que, para el caso de acatamiento a los estándares regulatorios como normas o reglamentos, la calendarización se ajustará a los requerimientos de la norma, para llevar a cabo las verificaciones vehiculares o cualquier otro análisis requerido.

VI.2.7.8 Punto de comprobación

Debido a las características físicas de las emisiones y de la calidad del aire, la forma de comprobación que cumple con las regulaciones y requisitos establecidos en la legislación mexicana será a través de los análisis requeridos por la misma, además de la bitácora de mantenimiento de los equipos y maquinaria.

VI.2.7.9 Medidas de urgente aplicación

En caso de que alguna situación extraordinaria llegara a presentarse, tal como el contar con equipo que rebase los límites máximos permisibles para fuentes tanto fijas como móviles, se tomarán medidas emergentes correctivas para atender esta situación y asegurar un funcionamiento óptimo.

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)

Como parte de las actividades del Programa de Vigilancia Ambiental presentado en la sección VI.2 del presente documento, se contempla la realización de actividades de seguimiento y control para cada uno de los programas presentados anteriormente, en donde se pueden consultar de manera detallada.

Adicionalmente, en esta sección se presentan de manera condensada las actividades de seguimiento y control para cada uno de los programas de manejo ambiental desarrollados en el numeral anterior.

VI.3.1 Programa de manejo sustentable del agua y conservación de la calidad del agua

Este programa busca promover un manejo sustentable del recurso hídrico a lo largo de todas las etapas y actividades que involucra el Proyecto, dentro de las actividades que se pretenden realizar para proporcionar seguimiento y control a las actividades propuestas son:

- Inspección de tuberías, detección de fugas
- Descarga de aguas dentro de los lineamientos regulatorios aplicables
- Se realizarán inspecciones rutinarias para detectar posibles fuentes de contaminación
- Se calendarizarán las actividades de inspección y de análisis en función de los requerimientos legales, así como de lo estipulado en el programa de mantenimiento
- Se promoverá el uso eficiente del recurso hídrico mediante capacitaciones a los trabajadores y mediante propaganda ambiental promoviendo este tema.
- Se llevará una bitácora de las capacitaciones que se realicen y del personal que asistió.

VI.3.2 Prevención y control de la contaminación del suelo

Con la implementación de las medidas de seguimiento y control de este programa, se espera contribuir a la prevención de la contaminación del suelo, la pérdida de suelo y a la mitigación de los impactos ambientales del Proyecto.

- Se implementarán prácticas para la conservación del suelo
- Se designarán áreas específicas para el estacionamiento de maquinaria
- Se contarán con kits antiderrames
- Se contará con indicadores que midan el manejo ambiental de este factor en el predio
- Se llevará una bitácora de los eventos que causen contaminación al suelo unto con su remediación

VI.3.3 Programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos

Este programa ayudará a minimizar la generación de residuos, promover la reutilización y reciclaje de los residuos, y a prevenir la contaminación a cualquier factor ambiental debido al manejo de residuos, dentro de las medidas de seguimiento y control de las actividades se contará con:

- Indicadores de desempeño en el manejo de residuos, los cuales serán actualizados de manera mensual
- Se realizarán recorridos de inspección con una frecuencia quincenal
- Se comprobará el adecuado manejo y llenado tanto de las bitácoras como de los manifiestos con una frecuencia bimestral
- Se evaluarán las acciones para corregir deficiencias encontradas o para proponer mejoras en las actividades de manejo

VI.3.4 Programa de control de emisiones

Como parte de este programa, se realizará el cumplirá con la regulación vigente en materia de emisiones para cada uno de los equipos que generen algún tipo de emisión a la atmósfera, como parte de las actividades de seguimiento y control se tienen las siguientes:

- Se contará con indicadores de eficiencia de mantenimiento de los equipos que presentan emisiones a la atmósfera.
- Se tendrá un proceso de interpretación de datos de los indicadores
- Se tendrá un calendario de comprobación de las actividades de mantenimiento, así como del cumplimiento con los estándares regulatorios aplicables.
- Se tendrá un bitácoras de mantenimiento de los equipos que generan emisiones
- Se contará con medidas de urgente aplicación en caso de que se tenga algún imprevisto en relación con el tema de emisiones.

VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 51 de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

En este sentido, la siguiente información se proporciona para que, en un momento dado que se requiera el pago de una fianza de garantía, la autoridad competente tome en cuenta los costos que implica el desarrollo de cada una de las actividades incluidas en el proyecto.

Actividad	Costo	Responsable
Ubicación y delimitación fisica del área	$ 20,000.00	Contratista y promovente
Identificación y contabilización del arbolado a remover	$ 52,000.00	Contratista y promovente
Señalamiento de especies a remover	$ 18,000.00	Contratista y promovente
Rescate y reubicación de flora	$ 150,000.00	Contratista y promovente
Ahuyentamiento de fauna	$ 33,000.00	Contratista y promovente
Rescate y reubicación de fauna	$ 125,000.00	Contratista y promovente
Remoción de vegetación	$ 130,000.00	Contratista y promovente
Desrame y troceo de los productos de la remoción de la vegetación	$ 51,000.00	Contratista
Reubicación de suelos	$ 67,000.00	Contratista y promovente
Adquisición de planta para áreas verdes	$ 84,000.00	Promovente
Ejecución de plantación de especies	$ 97,000.00	Contratista y promovente
Mantenimiento de las especies reubicadas (2 años)	$ 225,000.00	Promovente
Seguimiento y elaboración de reportes	$ 307,000.00	Promovente
Medidas de control de derrames	$ 124,000.00	Promovente
Instalación de chimeneas en los puntos de emisión	$ 423,000.00	Promovente
Mantenimiento a maquinaria y equipo	$ 1,268,000.00	Contratista
Construcción de almacenes de residuos	$ 180,000.00	Contratista y promovente
Manejo de residuos	$ 784,000.00	Contratista y promovente
Contratación de sanitarios portátiles	$ 429,000.00	Contratista
TOTAL	**$ 4,567,000.00**	

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En términos generales y con base en las condiciones actuales del medio biótico, abiótico (medio físico) y socioeconómico del sistema ambiental y en función de la naturaleza de las acciones del proyecto, los impactos potenciales que serán generados tendrán un carácter negativo para el medio biótico y abiótico, pero serán de baja significancia, los impactos en el medio socioeconómico serán de carácter positivo. La razón principal del bajo grado de impacto estriba en que la extensión de estos será puntual y no rebasará el área de influencia determinada para el proyecto.

Con base en las premisas planteadas, se llevará a cabo el análisis y descripción de tres diferentes escenarios con la finalidad de obtener un pronóstico ambiental más amplio.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

El proyecto se llevará a cabo en un predio que no ha sido desarrollado, sin embargo, en sus alrededores inmediatos se ha instalado una zona turística bastante importante, puesto que se encuentra en una zona turística por excelencia gracias a que está en una de las zonas de playa con mayor demanda a nivel nacional e internacional. Actualmente el predio presenta vegetación de selva mediana en donde algunas de las especies son *Cedrela odorata, Beaucarnea pliabilis, Leucaena leucocephala* y *Coccoloba uvifera*. . Como se estableció anteriormente, el sistema ambiental, el área de influencia y el predio del proyecto presentan una condición de afectación de media a alta, lo cual se debe principalmente a las actividades turísticas y a las zonas urbanas que actualmente se llevan a cabo en la zona. Es importante hacer notar que el área del predio del proyecto representa únicamente una pequeñísima parte del área del SA. En términos de la comunidad vegetativa, el SA tanto dentro como fuera del mismo, ha sufrido un deterioro en forma histórica, desde los inicios de las actividades antrópicas en la zona, sin la implementación del proyecto, solo cambiaría el hecho que se mantendría la vegetación en el predio, aunque esta presenta ya varias modificaciones debido a un camino que atraviesa el predio, a la acumulación de sargazo en varios montículos y algo de escombro (estas condiciones iniciales del predio se describieron detalladamente en el Capítulo II..

A una distancia no muy grande del predio del proyecto, se encuentran tres de los destinos turísticos más importantes del país Cancún, Playa del Carmen y Tulum. En la zona no se encuentran corrientes de agua superficial, sino que el agua se infiltra hacia el subsuelo y en formaciones kársticas. se presume que el agua de los cenotes de la zona y del mar se encuentra en buenas condiciones de conservación, es decir sin contaminación, puesto que esto impactaría directamente las actividades turísticas, las cuales son el pilar de la economía en la zona. Sin la implementación del proyecto estas condiciones prevalecerían aunque es relevante mencionar que el proyecto tampoco prevé la descarga de aguas residuales a cuerpos de agua, por lo que la implementación del proyecto no modificará las condiciones actuales del mismo.

En el caso del factor ambiental suelo, se tiene que sin la implementación del proyecto, este se mantendría en su estado actual, lo cual es, ligeramente impactado por las actividades mencionadas previamente y en relativamente buen estado de conservación.

Actualmente la demanda de servicios turísticos en la zona se encuentra en un aumento constante, lo cual contribuye al fortalecimiento tanto de la economía local como nacional mediante la derrama

económica. Al no establecerse el proyecto, dicha demanda no se verá satisfecha, y los potenciales huéspedes, buscarán otras opciones que satisfagan sus necesidades, por lo que el turismo pudiera verse capado por carencia en la oferta de cupo y de servicios, lo cual, de manera inmediata, no promoverá el desarrollo económico del municipio y la región.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto sin considerar las medidas de mitigación

De establecerse el proyecto sin implementar las medidas de prevención y mitigación de impacto propuestas en el capítulo anterior, se promoverá un deterioro acelerado de las condiciones ambientales, ya que la tendencia de la zona tiende al propiciar un aumento en los servicios turísticos, y por consiguiente en las actividades antrópicas (principalmente de esparcimiento) que se desarrollarán en el predio y en la zona, en donde los impactos más significativos serían los siguientes:

1. El aumento en la probabilidad de contaminación del suelo debido al manejo de sustancias químicas durante las actividades de mantenimiento, por el manejo inadecuado de los residuos generados durante las etapas del proyecto, así como por el manejo de las aguas residuales que se generarán

2. La calidad del aire en la zona se vería afectada, ya que, sin medidas de control para la suspensión de polvos y otras partículas durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como las emisiones relacionadas al uso de combustibles y maquinaria.

3. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se emitirían niveles de ruido por arriba de los límites máximos establecidos en la legislación, ya que no se realizaría el mantenimiento adecuado de la maquinaria y equipo. Esto podría molestar a los huéspedes de los hoteles contiguos, causando molestias y afectando las actividades turísticas de la zona

4. La probabilidad de proliferación de especies plaga (fauna nociva) se incrementaría, ya que al no haber un adecuado control de los residuos y de la limpieza en general, se promovería la presencia de especies que pueden desarrollar enfermedades en los trabajadores de la planta y de las zonas aledañas al proyecto.

5. Se afectaría a la flora presente en el sitio que se encuentra listada dentro de categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que, al no realizar actividades de rescate y reubicación de especies, dichos especímenes perecerían, dejando de contribuir en la dinámica del ecosistema.

6. En lo referente a la fauna, se tiene que, de no realizar el ahuyentamiento y rescate de especies, algunos individuos podrían resultar lesionados durante las actividades de preparación del sitio, además que los nidos o madrigueras del sitio serían destruidos sin posibilidad de ser reusados

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Con base a los resultados de la evaluación de impacto ambiental, se estima que el escenario observado con el desarrollo de este proyecto no afecta de manera negativa la tendencia de desarrollo de la zona, la cual es de uso potencialmente turístico, por el incremento en la demanda de personas que buscan

actividades recreativas y de esparcimiento en conjunto con la belleza escénica que se presenta en esa zona del Caribe mexicano. Al implementar las medidas de prevención, mitigación y compensación que fueron descritas con anterioridad en este documento, se impactará en menor magnitud a los factores ambientales, contribuyendo así a un desarrollo con una tendencia más sustentable.

Como medida de prevención de contaminación del suelo, por el manejo de sustancias químicas y residuos, se capacitará al personal encargado de estas actividades y se desarrollarán bajo la supervisión del responsable del departamento de medio ambiente del promovente. Las áreas de almacenamiento estarán equipadas con sistemas de contención secundaria, ya sea diques de contención y/o charolas dependiendo de la capacidad de almacenamiento, se implementará una división de estos de acuerdo a su incompatibilidad y todos los contenedores estarán debidamente identificados. Los residuos serán dispuestos mediante prestadores de servicio autorizados para tal fin, ya sea por el estado para el manejo de residuos de manejo especial o por la federación en el caso de los residuos peligrosos. Las descargas de agua residual se conducirán al alcantarillado municipal y se cumplirá con los parámetros de descarga establecidos.

Las medidas a implementar para minimizar la contaminación al aire, corresponde a cumplir con la normatividad correspondiente en los diferentes puntos fijos de emisiones a la atmosfera, se colocarán chimeneas para dirigir los gases de combustión de los motores. Las chimeneas contarán con la altura necesaria para lograr un buen mezclado de los contaminantes, además de contar con plataformas y puertos de monitoreo. En el caso de las fuentes móviles, como lo es la maquinaria pesada que se requerirá para las etapas de preparación del sitio y construcción, se tiene que se implementará un programa estricto de mantenimiento a estos vehículos para asegurar que se encuentran en condiciones óptimas y que se cumple con la normatividad correspondiente.

Como medida de prevención de la emisión de ruido, se le proporcionará mantenimiento a la maquinaria, mientras que al equipo que generará ruido durante la etapa de operación como las bombas, equipos de aire acondicionado y calentadores de agua, estos se encontrarán en cuartos cerrados y otras zonas estratégicas que contendrá el ruido, lo cual no permitirá que llegue a los huéspedes, manteniendo así el confort sonoro.

En el caso de la generación de residuos, se promoverá la implementación de técnicas para reducir la generación de residuos desde la fuente, con el objetivo de minimizar la cantidad (optimizando el uso de materias) y la peligrosidad (evitando mezclas de sustancias) de los residuos. Adicionalmente, se promoverá el reciclado, el composteo de residuos orgánicos y el coprocesamiento del residuo, antes de que sean enviados a disposición final. Para lograr esto, el promovente buscará proveedores autorizados ante las autoridades ambientales para llevar a cabo la reutilización, recuperación y/o coprocesamiento de estos.

El promovente propiciará, la implementación de buenas prácticas ambientales entre sus empleados, trabajadores y huéspedes con el fin de concientizarlos y hacerlos participes de la protección al medio ambiente.

VII.4 Pronóstico ambiental.

Considerando los tres escenarios anteriormente planteados y analizados, se puede concluir que independientemente del desarrollo del proyecto, el área de influencia ya se encuentra impactada por las actividades antrópicas, principalmente enfocadas al turismo dentro del Sistema Ambiental, lo cual trajo consigo la modificación de la distribución y abundancia de las especies de flora y fauna en el área,

además de propiciar de manera sistemática, el deterioro del medio, de acuerdo a lo que se menciona en el diagnóstico ambiental, en el capitulo IV de este documento.

Como parte del proyecto, se implementarán las medidas de prevención y mitigación necesarias y correspondientes que permitirán reducir al máximo posible los impactos negativos generados por la operación de este, así mismo se formara conciencia ambiental en el personal del promovente.

Igualmente, se espera que la implementación del proyecto incremente la oferta de turística en el país, lo que permitirá un mayor desarrollo, aunado a una mejora de las condiciones sociales de la localidad, y de la zona.

VII.5 Evaluación de alternativas.

Debido a las características particulares del presente proyecto, el cual involucra el desarrollo de un complejo hotelero para el turismo de playa en el estado de Quintana Roo, dentro del municipio de Solidaridad.

Con el propósito de evaluar las posibles alternativas al presente proyecto, es necesario en primera instancia el ubicar un predio con características similares a las que ostenta el predio, para posteriormente evaluar la factibilidad de dichas alternativas.

En cuanto a la ubicación del predio del proyecto, se tiene que, tal y como se observa en las figuras de ubicación presentadas en el capítulo II del presente documento, el predio se encuentra en el corazón del área turística de Puerto Aventuras, por lo que se encuentra rodeado de infraestructura que ofrece servicios los mismos servicios hoteleros y turísticos, por lo que el Hotel Puerto Aventuras incrementará la oferta de estos servicios atrayendo así más servicios a la zona.

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto es el único predio con acceso directo a la playa en una franja de más de 3.5 km a lo largo de la línea de costa, por lo que, cualquier otra ubicación en la misma zona causaría que el Hotel se ubique en la periferia de la zona, lo cual podría disminuir el atractivo para los huéspedes, al mismo tiempo que aumentaría en cierta medida el impacto ambiental, puesto que se estaría ampliando en extensión la zona turística, por el contrario con la presente ubicación, el predio se encuentra en la parte central de la zona hotelera, lo que evitaría la ampliación territorial de la infraestructura.

Adicionalmente, gracias a la ubicación privilegiada que presenta el predio, el acceso a los servicios básicos será más fácil, puesto que las líneas de interconexión a la red eléctrica, al drenaje y al sistema de telefonía, se ubican al pie del predio, con lo que solo se requerirá una mínima cantidad de obra civil para realizar la conexión con estos servicios.

En conclusión, se tiene que el predio actual del proyecto reúne las mejores condiciones para el desarrollo del mismo, puesto que, al llevar a cabo el mismo proyecto en una ubicación diferente, lis impactos ambientales pudieran aumentar, así como también pudiera verse disminuido el acceso a los servicios básicos para el hotel.

VII.6 Conclusiones

Como se mencionó al inicio de este documento, la presente MIA-P de desarrollo en función de dos objetivos: 1) La evaluación y compensación de actividades previas realizadas en el predio del Proyecto, sin autorización en materia de impacto ambiental, y 2) La evaluación de impacto ambiental, para las obras y actividades de preparación de sitio, construcción, equipamiento, operación y mantenimiento del proyecto "Hotel Puerto Aventuras".

El predio en cuestión se ubica en una zona utilizada históricamente para actividades turísticas. En las inmediaciones del Sito del Proyecto, se encuentran otros hoteles importantes en la zona, así como una zona habitacional, zonas recreativas, una marina para embarcaciones pequeñas y un campo de golf. De igual forma, es importante destacar que el proyecto es compatible con los instrumentos de planeación urbanos y ambientales, así como la legislación y normatividad ambiental aplicable. No se prevén restricciones legales y/o sociales debido a que el proyecto se ubica fuera de Áreas Naturales Protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias, Áreas de Importancia para la Conservación de Aves, Parques Estatales y/o Unidades de Manejo Ambiental.

Como parte del Objetivo 1 se tiene, que, durante la visita de inspección de PROFEPA se encontró lo siguiente dentro del predio:

a) La colocación de una caseta móvil hecha de plástico, la cual se encuentra en desuso;

b) Una brecha rellena y compactada, conformada de material pétreo (sascab) que va desde la entrada del predio y, hacia el interior de predio, la cual ocupa una superficie de 693 m^2.

c) Dos áreas desprovistas de vegetación, la primera se encuentra en la parte este del predio colindante a la zona federal hacia el interior del predio, y la segunda en la parte sur del predio colindante al Hotel Dreams Puerto Aventuras, dichas áreas tienen una ocupación de aproximadamente de 1,043 m^2, y

d) Dos montículos de sargazo, que ocupan una superficie aproximada de 100.9 m^2

Se evaluaron los potenciales impactos al ambiente por dichas actividades previas, y no determinó una afectación mayor o significativa, por ninguna de estas. Con el propósito de subsanar lo anterior, el Proyecto propone como medida única de compensación, la reforestación con plantas nativas de la región, dentro de las áreas verdes del predio en cuestión y/o en áreas ecológicamente similares localizadas dentro el Centro de Población Puerto Aventuras y/o el sistema ambiental. El diseño de la reforestación se llevará a cabo utilizando el Manual Básico de Prácticas de Reforestación, publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Como parte del Objetivo 2 se pretende el desarrollo de proyecto denominado "Hotel Puerto Aventura" promovido por Latitud 40, comprende las obras y actividades de preparación de sitio, construcción, equipamiento, operación, mantenimiento y abandono de un hotel de aproximadamente 14,854 m2 de construcción ubicado en el municipio de Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo.

De acuerdo con el análisis realizado en la Identificación y evaluación de los impactos ambientales (Capítulo V), y las consideraciones incluidas en el planteamiento de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales (Capítulo VI), de manera general podemos inferir que la operación del proyecto en esta zona va en concordancia con la tendencia general que muestra la misma.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción principalmente se identificaron como impactos ambientales la remoción de vegetación, las emisiones generadas por las actividades de preparación del sitio, y por el uso de maquinaria que utilizarán diésel o gasolina como combustible, el uso de agua y la generación de residuos. Con la finalidad de mitigar las emisiones a generar durante esta etapa, se llevará a cabo el humedecimiento del terreno para minimizar el levantamiento del polvo y se le solicitará al contratista que la maquinaria tenga sus mantenimientos al corriente para minimizar la combustión incompleta de la maquinaria. Los residuos que se generarán durante esta etapa se detallaron en el Capítulo II, siendo lo más importantes aquellos generados durante la etapa de construcción y el agua residual que se generará en los sanitarios portátiles. El promovente manejará y dispondrá los residuos en conformidad con la legislación ambiental mexicana durante toda la vida útil del proyecto, además, capacitará de manera constante a los empleados para el asegurar el manejo adecuado de estos.

En la etapa de operación y mantenimiento, los riesgos ambientales identificados son aquellos que atañen al manejo de sustancias químicas, el manejo de residuos, incluyendo el agua residual de las diferentes secciones del complejo turístico, así como las emisiones. Producto del análisis se determinó que el riesgo de contaminación del suelo por el manejo de sustancias y residuos es muy bajo, debido a los procedimientos, lineamientos e infraestructura para el manejo y gestión de estos que se implementarán como parte del proyecto asegurarán un manejo adecuado de dichas sustancias.

Las emisiones a generar por el proyecto durante esta etapa, corresponde a la oepación de una Caldera a base de Gas LP, y por los vehículos de servicio del hotel, en donde se espera que las principales emisiones sean de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) y vapor de agua.

Dado lo anterior y que el promovente ha establecido indicadores de cumplimiento en base a la legislación ambiental, así como la integración de buenas prácticas de operación en materia ambiental, el desarrollo del proyecto no modificará significativamente el área de influencia, no causará efectos adversos significativos que pongan en riesgo el medio ambiente y la salud de la población.

Finalmente, el Estado de Quintana Roo tiene una vocación turística que data de la década de los 70's, lo que ha llevado que a la fecha sea uno de los destinos turísticos más importantes en el mundo. El Proyecto incrementará la oferta de servicios turísticos, que actualmente ofrece Puerto Aventuras. El establecimiento de este proyecto, considera el aumento de la demanda de bienes y servicios en la zona, con un sentido de integración social, dando preferencia de contratación a personas de la localidad, inscribiendo las vacantes a ferias del empleo Municipal y Estatal.

Dado lo anterior, se considera que el Proyecto aportará un beneficio económico y social al Estado y al Municipio, fortaleciendo la infraestructura del Sector Turístico. El impacto al ambiente será atenuado por el establecimiento de medidas de prevención, mitigación y compensación, así como por el cumplimiento de los diferentes lineamientos establecidos en los Programas de Desarrollo urbano y las Normas Oficiales Mexicanas.

Por lo anteriormente expuesto se considera que el desarrollo del Proyecto "Hotel Puerto Aventuras" es socio, económica y ambientalmente viable.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información.

VIII.1.1 Cartografía

Los mapas y planos presentados en el presente documento se anexan en formato digital.

VIII.1.2 Fotografías

Se presentan como archivo Anexo.

VIII.1.3 Videos

Se anexan los videos en formato digital

VIII.1.4 Otros anexos

No se incluyen anexos adicionales a los mencionados a lo largo del estudio

BIBLIOGRAFÍA

Cartografía publicada por el INEGI, http://www.inegi.org.mx/

Calderón Juan y Orozco María (2009) Planeación Y Modelo Urbano: El Caso De Cancún, Quintana Roo, Universidad Autónoma del Estado de México México, pp. 18-34.

Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, US EPA, https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html

How much carbon dioxide is produced when different fuels are burned?, US. Energy Information Administration, https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=73&t=11

INEGI, 2015. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000 – Serie VI.

INEGI, 2013. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional).

Ley de Aguas Nacionales (Publicada en el Periódico Oficial del Estado el 1 de diciembre de 1992, última reforma publicada en el periódico oficial el 24 de marzo de 2016)

Ley Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente Del Estado De Quintana Roo

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Publicada en el Diario Oficial de la Federación 28 de enero de 1988, última reforma publicada DOF 09-01-2015)

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, última reforma publicada DOF 05-12-204).

Ley General de Cambio Climático (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012)

Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco (Publicada en el Periódico Oficial del Jalisco el 24 de febrero de 2007)

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental, Agua Para Uso y Consumo Humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección Ambiental. Vehículos en Circulación que usan Diesel como Combustible - Límites Máximos Permisibles de Opacidad, Procedimiento de Prueba y Características Técnicas del Equipo de Medición.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

Plan Nacional de Desarrollo

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poegt

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, última reforma publicada DOF 31-10-2014)

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, última reforma publicada el 31-10-2014)

Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), INEGI, http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

Visión Nacional Hacia Una Gestión Sustentable: Cero Residuos, SEMARNAT, https://www.gob.mx/semarnat/articulos/vision-nacional-hacia-una-gestion-sustentable-cero-residuos?idiom=es

ANEXO 1.1
DOCUMENTO LEGAL DE LA PROPIEDAD

ANEXO 2
DOCUMENTOS LEGALES DE LA PROMOVENTE

ANEXO 2.1
Acta Constitutiva de la Promovente

ANEXO 2.2
Registro Federal de Contribuyentes

ANEXO 2.3
Factibilidad de suministro de energia

ANEXO 3
DOCUMENTOS LEGALES DELPRESTADOR DE SERVICIO

ANEXO 3.1
Acta Constitutiva del Prestador de Servicio

ANEXO 3.2
Registro Federal de Contribuyentes del Prestador de Servicio

ANEXO 3.3
Cédulas Profesionales del Prestador de Servicio

ANEXO 3.4
Declaratoria Bajo Protesta de Decir Verdad

ANEXO 4.1
Metodología climatológica

ANEXO 4.2
Metodología geomorfológica, geológica y edafológica

ANEXO 4.3
Metodología Hidrología y Geomorfología

ANEXO 4.4
Metodología para la caracterización de la vegetación

ANEXO 4.5
Metodología para la caracterización de la fauna

ANEXO 4.6
Listado de Flora

Debido a las características de este archivo, se presenta en formato digital

ANEXO 4.7
Listado de fauna

Debido a las características de este archivo, se presenta en formato digital

ANEXO 4.8
Metodología para evaluar el Paisaje

ANEXO 5.1
Matriz de Interacciones actividades previas

Debido a las características de este archivo, se presenta en formato digital

ANEXO 5.2
Matriz de Interacciones para el Hotel Puerto Aventuras

Debido a las características de este archivo, se presenta en formato digital

ANEXO 5.3
Matriz Batelle actividades previas

Debido a las características de este archivo, se presenta en formato digital

ANEXO 5.4
Matriz Batelle actividades para el Hotel Puerto Aventuras

Debido a las características de este archivo, se presenta en formato digital

ANEXO 5.4
Metodología Batelle

ANEXO FOTOGRÁFICO