

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO  
PARA EL TRÁMITE UNIFICADO DE CAMBIO DE USO DE  
SUELO FORESTAL

MODALIDAD B - PARTICULAR

DEL PROYECTO:

**AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND  
HOTEL, RIVIERA MAYA**

LOCALIZADO EN:



PROMOVIDO POR:

**PLAN COSTA MAYA, S.A. DE C.V.**

ELABORADO POR:



OCTUBRE 2021

TABLA DE CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y RESPONSABLES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
I.1.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	1
I.1.1	Nombre del proyecto.....	1
I.1.2	Ubicación del proyecto .....	1
I.1.3	Duración del proyecto .....	1
I.2.	DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....	3
I.2.1	Nombre o razón social del promovente.....	3
I.2.2	Registro Federal de Contribuyentes .....	3
I.2.3	Datos del representante legal .....	3
I.2.4	Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones .....	3
I.3.	RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.....	3
I.3.1	Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental... 3	3
I.3.2	Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....	4
I.3.3	Dirección del responsable técnico del documento en materia ambiental.....	4
I.3.4	Datos de inscripción en el registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo .....	4
I.3.5	Registro Federal de Contribuyentes O CURP .....	4
I.3.6	Número de inscripción en el Registro Forestal Nacional .....	4
I.3.7	Dirección del responsable técnico del estudio en materia forestal .....	4
I.3.8	Responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo .....	4
<b>II.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>5</b>
II.1.	INFORMACIÓN GENERAL.....	5
II.1.1	Naturaleza del proyecto .....	6
II.1.2	Objetivo del proyecto .....	7
II.1.3	Ubicación física.....	7
II.1.4	Urbanización del área .....	12
II.1.5	Inversión requerida .....	16
II.2.	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO .....	16
II.2.1	Antecedentes legales.....	16
II.2.2	Dimensiones del proyecto .....	17
II.2.3	Representación gráfica regional .....	36
II.2.4	Representación gráfica local .....	39
II.2.5	Preparación el sitio y construcción .....	44
II.2.6	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	47
II.2.7	Descripción de obras asociadas al proyecto.....	47
II.2.8	Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo .....	48
II.2.9	Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso de suelo .....	48
II.2.10	Diseño el inventario forestal .....	48
II.2.11	Esquema de los sitios de muestreo .....	50
II.2.12	Tamaño de muestra.....	51
II.2.13	Intensidad de muestreo .....	52
II.2.14	Trabajo de campo .....	53
II.2.15	Fórmulas utilizadas para calcular el área basal.....	54
II.2.16	Formulas utilizados para estimar Volumen Total Árbol (VTA).....	55
II.2.17	Cuantificación de la estimación del Volumen Total Árbol (VTA) por especie.....	56
II.2.18	Operación y mantenimiento .....	59

II.2.19	<i>Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....</i>	61
II.2.20	<i>Programa de trabajo.....</i>	61
II.2.21	<i>Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera .....</i>	63
II.2.22	<i>Residuos.....</i>	63
<b>III.</b>	<b>VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO.....</b>	<b>65</b>
III.1.	ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES.....	65
III.1.1	<i>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental .....</i>	65
III.1.2	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.....</i>	66
III.1.3	<i>Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal .....</i>	67
III.1.4	<i>Ley General de Vida Silvestre .....</i>	68
III.1.5	<i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....</i>	68
III.1.6	<i>Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe .....</i>	69
III.2.	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD (POELSM), QUINTANA ROO.....	71
III.3.	DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	98
III.4.	NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	99
III.4.1	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.....</i>	99
III.4.2	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.....</i>	99
III.4.3	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994.....</i>	110
III.4.4	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011.....</i>	110
III.4.5	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.....</i>	111
III.4.6	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.....</i>	112
III.4.7	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002.....</i>	113
III.5.	PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE SOLIDARIDAD 2010-2050.....	116
<b>IV.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....</b>	<b>119</b>
IV.1.	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO... 119	119
IV.2.	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	120
IV.2.1	<i>Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental.....</i>	123
IV.2.2	<i>Medio abiótico.....</i>	129
IV.2.3	<i>Medio biótico.....</i>	138
IV.2.4	<i>Medio socioeconómico .....</i>	159
IV.2.5	<i>Paisaje y recreación .....</i>	164
IV.2.6	<i>Servicios ambientales que serán afectados por el cambio de uso de suelo.....</i>	167
IV.2.7	<i>Diagnóstico ambiental.....</i>	186
IV.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, QUE INCLUYA CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN.....	189
IV.3.1	<i>Condiciones del sitio de interés.....</i>	189
IV.3.2	<i>Fines a que está destinado el predio.....</i>	190
IV.3.3	<i>Elementos del medio físico.....</i>	191
IV.3.4	<i>Descripción de los elementos biológicos.....</i>	193
IV.3.5	<i>Análisis de diversidad de la vegetación.....</i>	205
IV.3.6	<i>Caracterización de fauna .....</i>	213
<b>V.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>222</b>

V.1.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS .....	222
V.1.1	Acciones que modifican el uso del suelo.....	223
V.1.2	Acciones que implican emisión o transferencia de contaminantes.....	223
V.1.3	Acciones derivadas de la generación y manejo de residuos sólidos.....	225
V.1.4	Acciones que implican la subexplotación de recursos.....	225
V.1.5	Acciones que implican sobreexplotación de recursos.....	226
V.1.6	Acciones que actúan sobre el medio biótico.....	226
V.1.7	Acciones que actúan sobre el medio abiótico.....	227
V.1.8	Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje.....	227
V.1.9	Acciones que repercuten sobre la infraestructura.....	228
V.1.10	Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.....	228
V.1.11	Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente.....	228
V.2.	CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS .....	229
V.3.	VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	231
V.3.1	Identificación de impactos potenciales.....	232
V.3.2	Descripción y valoración de impactos potenciales en la etapa de construcción del proyecto.....	238
V.3.3	Descripción y valoración de impactos potenciales en la etapa de operación del proyecto.....	242
V.4.	CONCLUSIONES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.....	248
VI.	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD E INFILTRACIÓN DE AGUA, EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO DE LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN FORESTAL .....</b>	<b>249</b>
VI.1.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	249
VI.2.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA AFECTACIÓN AL RECURSO AGUA EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	259
VI.3.	ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA.....	270
VI.4.	ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA.....	274
VI.5.	ANÁLISIS DE LA CAPTURA DE CARBONO.....	277
VI.6.	ANÁLISIS QUE DEMUESTRE QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE SUELO SE MANTENGA.....	280
VI.6.1	Análisis de flora silvestre.....	281
VII.	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES .....</b>	<b>290</b>
VII.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....	290
VII.1.1	Descripción y valoración de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales potenciales en la etapa de preparación de sitio y construcción.....	290
VII.1.2	Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo.....	293
VII.1.3	Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre.....	308
VII.1.4	Descripción y valoración de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales potenciales en la etapa de operación y mantenimiento.....	320
VII.2.	VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTO PROPUESTAS..	322
VII.3.	IMPACTOS RESIDUALES.....	322
VIII.	<b>PRONÓSTICO AMBIENTAL Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>324</b>
VIII.1.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.....	324
VIII.2.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO PERO SIN CONSIDERAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS.....	324
VIII.3.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS.....	326

VIII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL .....	326
VIII.5. PROGRAMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL.....	327
VIII.6. SEGUIMIENTO Y CONTROL .....	328
<b>IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES .....</b>	<b>329</b>
IX.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS.....	329
IX.2. PÁGINAS OFICIALES CONSULTADAS .....	330
IX.3. CARTOGRAFÍA.....	331
IX.4. FOTOGRAFÍAS.....	331
IX.5. MEMORIAS .....	331
IX.6. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	336
IX.6.1 Identificación de las acciones del proyecto que pueden causar impactos .....	337
IX.6.2 Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos.....	338
IX.6.3 Identificación, descripción y valoración de impactos potenciales.....	339
IX.6.4 Medidas de prevención y/o corrección de impactos potenciales.....	342
IX.6.5 Valoración cualitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados .....	342
IX.6.6 Análisis del modelo .....	344

## **I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y RESPONSABLES DEL ESTUDIO**

### **I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

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

El proyecto se denomina **AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA<sup>1</sup>**.

#### **I.1.2 Ubicación del proyecto**

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se localiza en el municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo, a la altura del km 51.2, Carretera Federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez. Está ubicado a 32 km al sur del aeropuerto internacional de Cancún, a 40 minutos de Cancún y a 10 minutos de Playa del Carmen. Para mayores detalles de la ubicación física del proyecto ver sección II.1.3.

#### **I.1.3 Duración del proyecto**

Para el desarrollo del proyecto se solicita un periodo de 51 años 3 meses. Durante los primeros 15 meses se prevé la etapa de preparación del sitio y construcción (Cuadro 1), los 50 años restantes serán para la operación y mantenimiento del inmueble (Cuadro 2).

---

<sup>1</sup> El nombre comercial del hotel hasta agosto de 2021 fue Belmond Maroma Resort & Spa.

---

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

*Cuadro 1. Actividades a desarrollar durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. Fuente: Promovente.*

PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	Mes																																																											
	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12				13				14				15			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
<b>A) RESCATE DE VEGETACIÓN</b>																																																												
1) Acondicionamiento de vivero provisional																																																												
2) Rescate selectivo de vegetación																																																												
3) Traslado de plantas al vivero																																																												
4) Mantenimiento de plantas en vivero																																																												
<b>B) REMOCIÓN DE VEGETACIÓN</b>																																																												
1) Delimitación del sitio																																																												
2) Remoción de la vegetación																																																												
3) Despalme																																																												
4) Manejo de residuos																																																												
<b>C) SUPERVISIÓN AMBIENTAL Y FORESTAL</b>																																																												
1) Supervisión ambiental																																																												
2) Supervisión forestal																																																												
<b>D) EJECUCIÓN DE OBRAS PROYECTADAS</b>																																																												
1) Preliminares																																																												
2) Estructura																																																												
3) Albañilería																																																												
4) Ingenierías																																																												
5) Acabados																																																												
6) Mobiliario																																																												
7) Obra exterior																																																												
8) Jardinería																																																												
9) Puesta en marcha																																																												
<b>E) RESTAURACIÓN</b>																																																												
1) Preparación del sitio																																																												
2) Traslado de plantas al sitio de restauración																																																												
3) Plantación																																																												
4) Manejo del área restaurada																																																												
5) Monitoreo																																																												

Cuadro 2. Actividades a desarrollar durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. Fuente: Promovente.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Año										
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Limpieza el sitio											
Mantenimiento de la infraestructura											
Rehabilitación de la infraestructura											
Supervisión ambiental											
Seguimiento a programas											

## I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### I.2.1 Nombre o razón social del promovente



### I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes



### I.2.3 Datos del representante legal



### I.2.4 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones



## I.3. RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

### I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental



[REDACTED]

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[REDACTED]

I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento en materia ambiental

[REDACTED]

I.3.4 Datos de inscripción en el registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo

[REDACTED]

I.3.5 Registro Federal de Contribuyentes O CURP

[REDACTED]

I.3.6 Número de inscripción en el Registro Forestal Nacional

[REDACTED]

I.3.7 Dirección del responsable técnico del estudio en materia forestal

[REDACTED]

I.3.8 Responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo

Respecto a la dirección de la ejecución del cambio de uso del suelo que se solicita, se manifiesta que aún no se define quién será el responsable de dirigir las acciones para la ejecución y seguimiento correspondientes. Una vez obtenido el resolutivo en sentido favorable del cambio de uso del suelo del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya y, previo al inicio de obra, se manifestará mediante oficio, ante las dependencias ambientales correspondientes, quien será el responsable técnico de su ejecución.

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se describe el uso del suelo que se le pretende dar al terreno, se presenta la delimitación de la Superficie de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (SCUSTF), y se puntualizan las obras y actividades que se proponen para el desarrollo del Proyecto.

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL

El proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya consiste en la construcción y operación de nuevas obras de equipamiento turístico hotelero relacionadas con la mejora del trabajo operativo del hotel Maroma. De manera general se pretende la habilitación de un área de espera para proveedores en un área de aprovechamiento de 642.97 m<sup>2</sup>; la conformación de una bahía de control de acceso en una superficie de aprovechamiento de 334.43 m<sup>2</sup>; la construcción de un edificio dedicado para la realización de actividades de mantenimiento que alojará talleres y áreas operativas de apoyo a la actividad hotelera, en un área de 3,584.12 m<sup>2</sup>; la instalación de una subestación eléctrica en un polígono de 89.55 m<sup>2</sup>; la construcción de un espacio destinado a la mejora de servicios en el área de Tenis en una superficie de aprovechamiento de 154.00 m<sup>2</sup>; la conformación de un espacio denominado Chef's Garden Experience que mejorará la experiencia gastronómica de los huéspedes del hotel que contará con una edificación y áreas verdes ajardinadas ocupando un área de 1,026.26 m<sup>2</sup>; la construcción de un edificio de servicios dedicado a la depuración, potabilización y almacenamiento de agua, en un área de aprovechamiento de 605.40 m<sup>2</sup>; y la construcción de un conjunto denominado Back Of the House (BOH) compuesto por edificaciones destinadas a alojar la lavandería y espacios para el uso de los colaboradores del hotel, en una superficie de 1,495.95 m<sup>2</sup>. Por tanto, en síntesis, el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya pretende aprovechar 7,932.72 m<sup>2</sup> de terreno, de los cuales 6,318.73 m<sup>2</sup> actualmente corresponden a Terrenos Forestales y 1,613.99 m<sup>2</sup> no presentan cobertura vegetal y forman parte del conjunto de obras previamente autorizadas a la promovente.

Con fines descriptivos y para facilitar la comprensión de las obras y actividades propuestas en las áreas de aprovechamiento proyectadas, las áreas a intervenir se dividieron en polígonos para los cuales se solicita autorización para la ejecución de obras y actividades en materia de impacto ambiental y polígonos en los cuales además se solicita el cambio de uso de suelo (Cuadro 3).

*Cuadro 3. Nomenclatura utilizada en la descripción de las áreas de aprovechamiento requeridas para la ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.*

<b>Polígonos para los cuales se solicita autorización para la ejecución de obras y actividades en materia de impacto ambiental</b>	<b>Polígonos para los cuales se solicita el cambio de uso de suelo y autorización para la ejecución de obras y actividades en materia de impacto ambiental</b>
Polígono 1-A (Área de espera para proveedores)	Polígono 1 (Área de espera para proveedores)
Polígono 2-A (Bahía de acceso)	Polígono 2 (Sección Norte de la Bahía de acceso) Polígono 3 (Sección Sur de la Bahía de acceso)
Polígono 3-A (Área de mantenimiento)	Polígono 4 (Área de mantenimiento)
Polígono 4-A (Subestación)	Polígono 5 (Subestación)
Polígono 5-A (Servicios área de Tenis)	Polígono 6 (Servicios área de Tenis)
Polígono 6-A (Chef's Garden Experience)	Polígono 7 (Chef's Garden Experience)
Polígono 7-A (Edificio de servicios)	Polígono 8 (Edificio de servicios)
Polígono 8-A (Back of the house BOH)	No aplica

Además de lo anterior, se pretenden ejecutar actividades de mejora de infraestructura con fines de renovar el equipamiento y elevar la eficiencia de las condiciones operativas del hotel, como la sustitución de la actual planta de tratamiento de aguas residuales por otra con mejor tecnología o la reubicación de los tanques de gas LP y adecuaciones en la instalación como la sustitución de válvulas y tramos de conducción que presentan desgaste. Como estas actividades tendrán lugar en los mismos sitios de ocupados por obras existentes no demandan incrementar la superficie de aprovechamiento y se mencionan solo con propósito de informar a la autoridad que se han programado tales actividades.

El proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya no incluye la construcción u operación de nuevos cuartos de hotel, por lo que no incrementará la oferta hotelera autorizada actualmente que es de 73 cuartos.

La planta de conjunto del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya una vez ejecutado se muestra en la Figura 1.

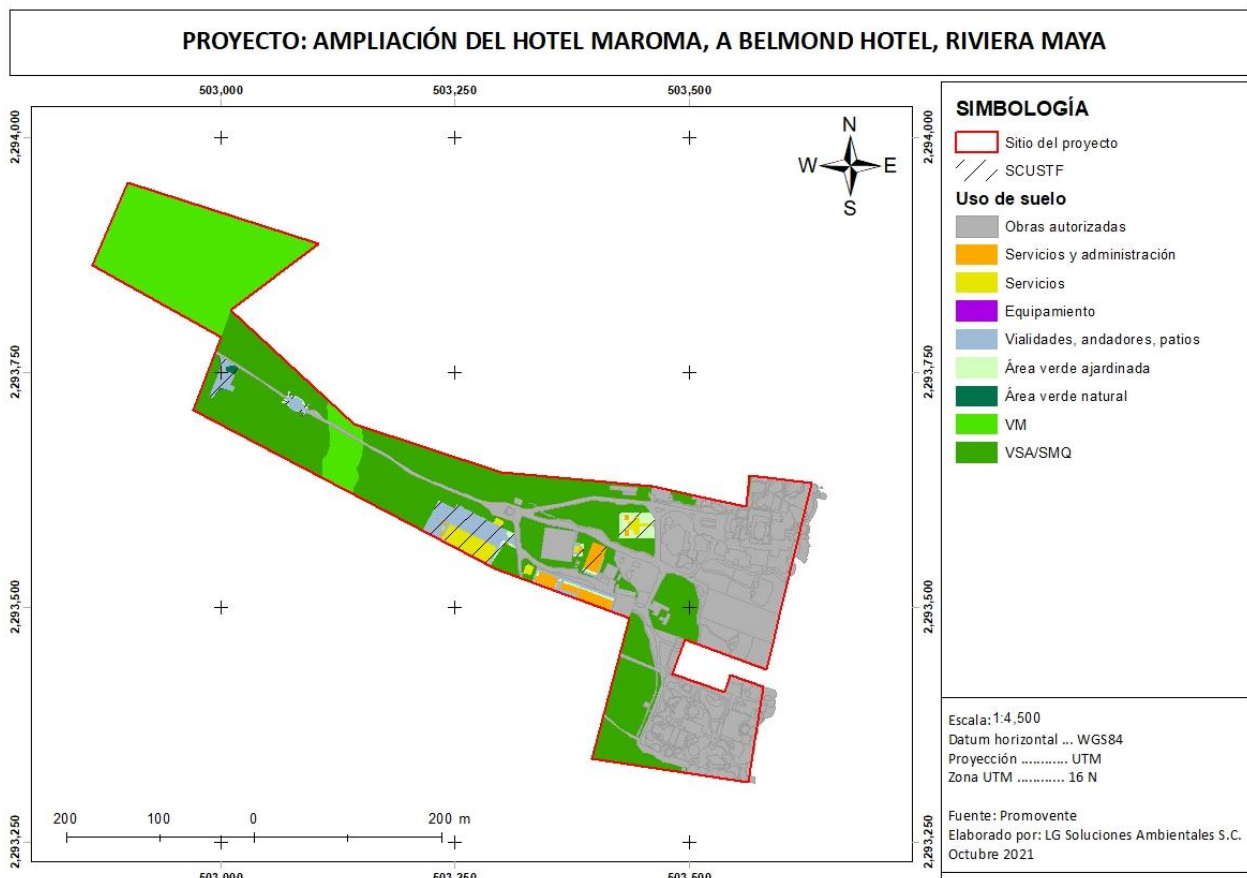


Figura 1. Planta de conjunto del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. Fuente: Promovente.

### II.1.1 Naturaleza del proyecto

La naturaleza del proyecto que se somete a valoración es turística, pues corresponde a obras nuevas de ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, propiedad de la promovente Plan Costa

Maya, S.A. de C.V., mismas que de conformidad con los usos del suelo a los que puede destinarse el territorio del Municipio Solidaridad descritos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS) corresponden al **uso de suelo turístico**.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS), Quintana Roo, el uso turístico se define como *aprovechamiento del territorio para la construcción de desarrollos turísticos o fraccionamientos turísticos de acuerdo con la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo*<sup>2</sup>; así como de la *infraestructura de apoyo y demás servicios turísticos asociados a soportar esta actividad en los términos descritos en la Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables*.

De acuerdo con la Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo, última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado el 13 de septiembre de 2019, las **Actividades Turísticas** son *las 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*, y un **Prestador de Servicios Turísticos** corresponde a las personas físicas o morales que ofrecen, proporcionen o contraten con el turista la prestación de servicios, mismos que pueden ser:

**Hoteles**, moteles, albergues, y demás establecimiento y casas destinadas para el hospedaje, así como campamentos y paradero de casas rodantes, **centros culturales y de recreación**, que presen servicios a turistas; agencias, operadores y mayoristas de viajes; guía de turistas; restaurantes, cafeterías, bares, centros nocturnos y similares que presen servicios al turista; empresa de sistemas de intercambio de servicios turísticos; transporte terrestre o acuático, eventual o programado, para el servicio exclusivo de turistas y/o de visitantes, y otros servicios y actividades que no se encuentren comprendidos en este artículo y que por su naturaleza estén vinculados en el turismo.

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018<sup>3</sup> (SCIAN, 2018), la actividad del hotel Maroma, a Belmond hotel, Riviera Maya se clasifica con la clave 721111 que corresponde a la actividad *Hoteles con otros servicios integrados*, dentro de la subrama *Hoteles, moteles y similares*, en el sector *72 Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas*.

### II.1.2 Objetivo del proyecto

El proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond hotel, Riviera Maya pretende el aprovechamiento de terrenos forestales para uso turístico para la construcción y operación de obras de equipamiento turístico hotelero destinadas a la mejora del trabajo operativo del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, lo anterior de conformidad con los usos del suelo y límite de cambio aceptable permitidos en los instrumentos de planeación ambiental y urbana aplicables a la región en la que se inserta el inmueble.

### II.1.3 Ubicación física

El sitio del proyecto se ubica en el municipio de Solidaridad, a la altura del kilómetro 51.2 de la carretera federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez, en la zona conocida como Punta Maroma (Figura 2). Al sitio se accede desde la carretera federal 307, a través del predio San José, lote 034-2, Fracc. III, siguiendo posteriormente por el camino de terracería que conduce al hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

<sup>2</sup> Abrogada mediante el Decreto 194 del 16 de agosto de 2018 en el cual se expide la Ley de Acciones Urbanísticas del Estado de Quintana Roo. Fuente: <https://www.congresoqroo.gob.mx/leyes/25/>.

<sup>3</sup> <https://www.inegi.org.mx/app/scian/>

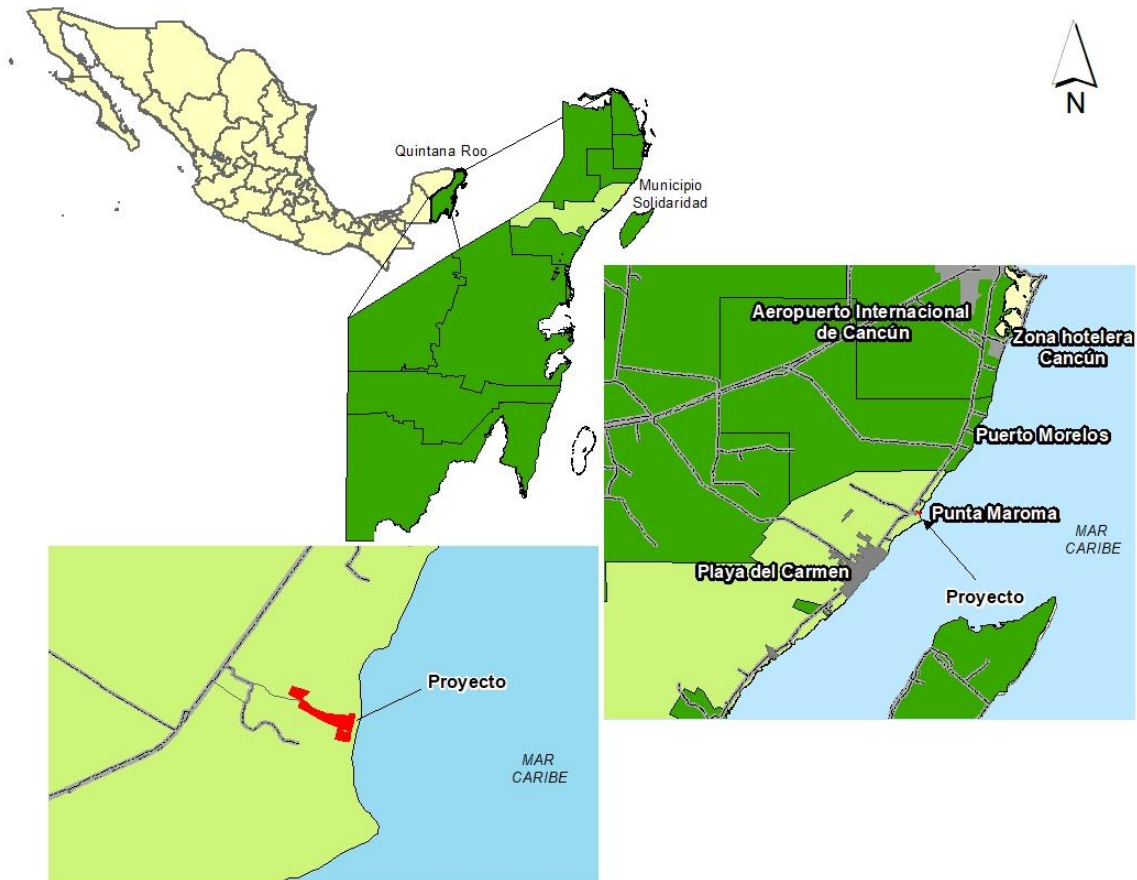


Figura 2. Croquis de localización del sitio del proyecto en su contexto geopolítico.

El conjunto de predios que conforman la propiedad de Plan Costa Maya, S.A. de C.V. y que conforman el territorio que ocupa actualmente el hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya es de seis predios que en conjunto suman 117,853.16 m<sup>2</sup> (Cuadro 4, Figura 3) Sin embargo, una de estas propiedades, la ubicada junto a la carretera federal 307 (predio San José, lote 034-2, Fracc. III), está desarticulada del resto y en ella no se llevará a cabo obra alguna, por lo que no se incluye en este documento como parte del sitio del proyecto que se somete a valoración. Los cinco predios que constituyen el **sitio del proyecto** se ubican en las inmediaciones de la zona costera y suman en conjunto **114,853.15 m<sup>2</sup>**. Se adjunta al presente el documento “Dictamen Urbano de las propiedades de Plan Costa Maya, S.A. de C.V. que explica el origen legal y la conformación actual de las propiedades de la promovente; sin embargo, a manera de síntesis se expone lo siguiente:

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

[REDACTED]

En este contexto, las coordenadas geográficas que delimitan el sitio del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya se indican en el Cuadro 5; en tanto que su expresión geográfica sobre una imagen aérea relativamente reciente se muestra en la Figura 4.

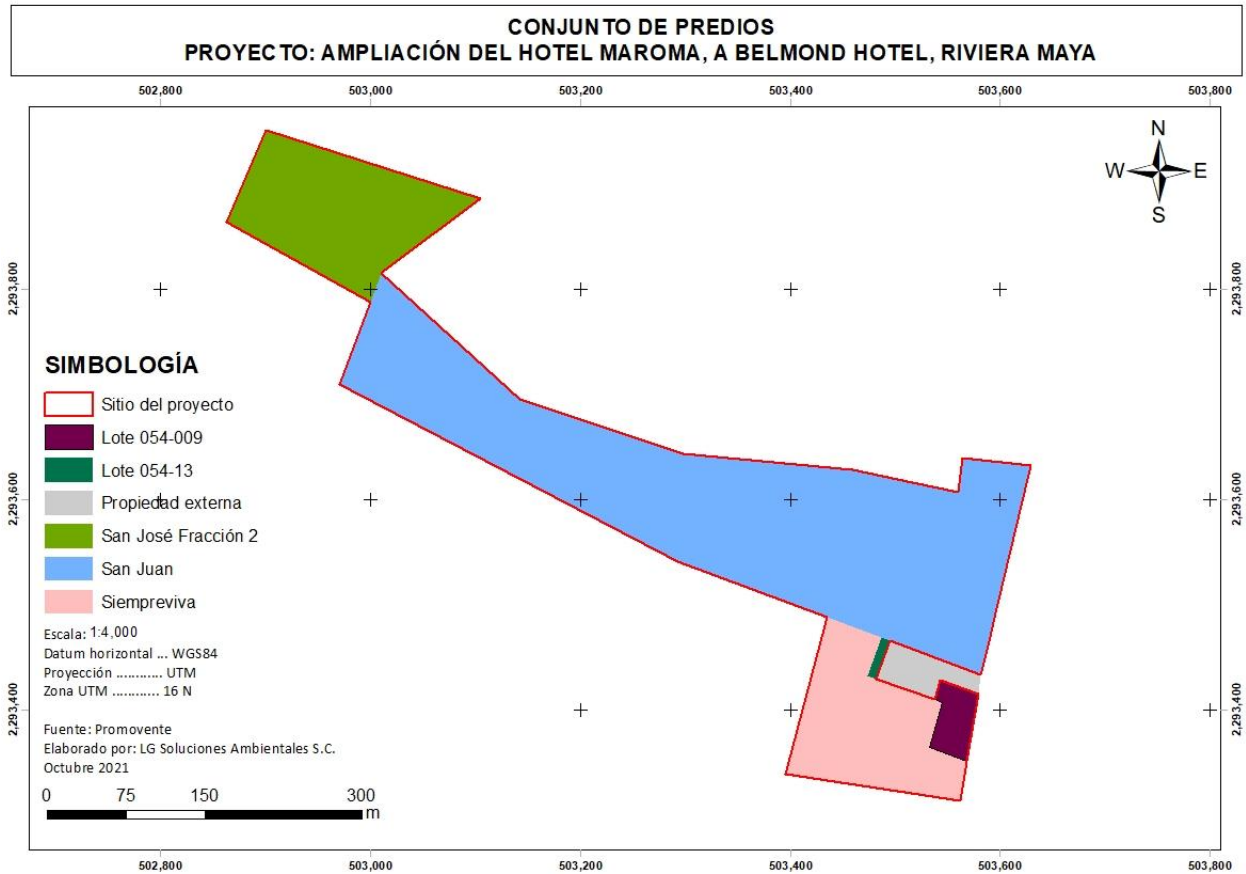


Figura 3. Conjunto de predios propiedad de Plan Costa Maya, S.A. de C.V. que conforman el sitio de proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. Fuente: Elaboración propia a partir de las escrituras y datos proporcionados por la promovente.

Cuadro 5. Cuadro de construcción de la poligonal que delimita el sitio del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error  $\pm$  5.0 m. Fuente: Promovente.

Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
1	2	S 78-7-53 E	44.39	1	503,516.78	2,293,616.60
2	3	N 6-36-19 E	33.13	2	503,560.23	2,293,607.47
3	4	S 83-7-6 E	66.00	3	503,564.04	2,293,640.38
4	5	S 13-29-36 W	144.21	4	503,629.56	2,293,632.47
5	6	S 13-29-36 W	31.99	5	503,595.92	2,293,492.25
6	7	S 13-29-36 W	28.24	6	503,588.45	2,293,461.14
7	8	N 69-32-29 W	92.36	7	503,581.86	2,293,433.68
8	9	S 20-27-31 W	38.70	8	503,495.33	2,293,465.96
9	10	S 70-36-19 E	59.13	9	503,481.81	2,293,429.70
10	11	N 16-12-11 E	18.99	10	503,537.58	2,293,410.06
11	12	S 70-45-4 E	38.21	11	503,542.88	2,293,428.29
12	13	S 9-11-55 W	65.00	12	503,578.95	2,293,415.70

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
13	14	S 9-11-54 W	37.66	13	503,568.56	2,293,351.53
14	15	N 81-26-51 W	169.38	14	503,562.54	2,293,314.36
15	16	N 15-6-43 E	154.16	15	503,395.05	2,293,339.55
16	17	N 69-32-11 W	151.80	16	503,435.24	2,293,488.38
17	18	N 62-25-40 W	363.69	17	503,293.02	2,293,541.45
18	19	N 20-38-44 E	83.68	18	502,970.63	2,293,709.79
19	20	N 60-56-37 W	157.08	19	503,000.13	2,293,788.10
20	21	N 23-29-57 E	95.73	20	502,862.82	2,293,864.39
21	22	S 72-12-2 E	213.79	21	502,900.99	2,293,952.18
22	23	S 53-11-19 W	115.35	22	503,104.55	2,293,886.83
23	24	S 43-55-53 W	2.14	23	503,012.20	2,293,817.71
24	25	S 47-30-23 E	178.78	24	503,010.71	2,293,816.17
25	26	S 71-42-14 E	164.18	25	503,142.54	2,293,695.40
26	27	S 84-38-53 E	161.41	26	503,298.42	2,293,643.86
27	1	S 78-2-47 E	58.94	27	503,459.12	2,293,628.81

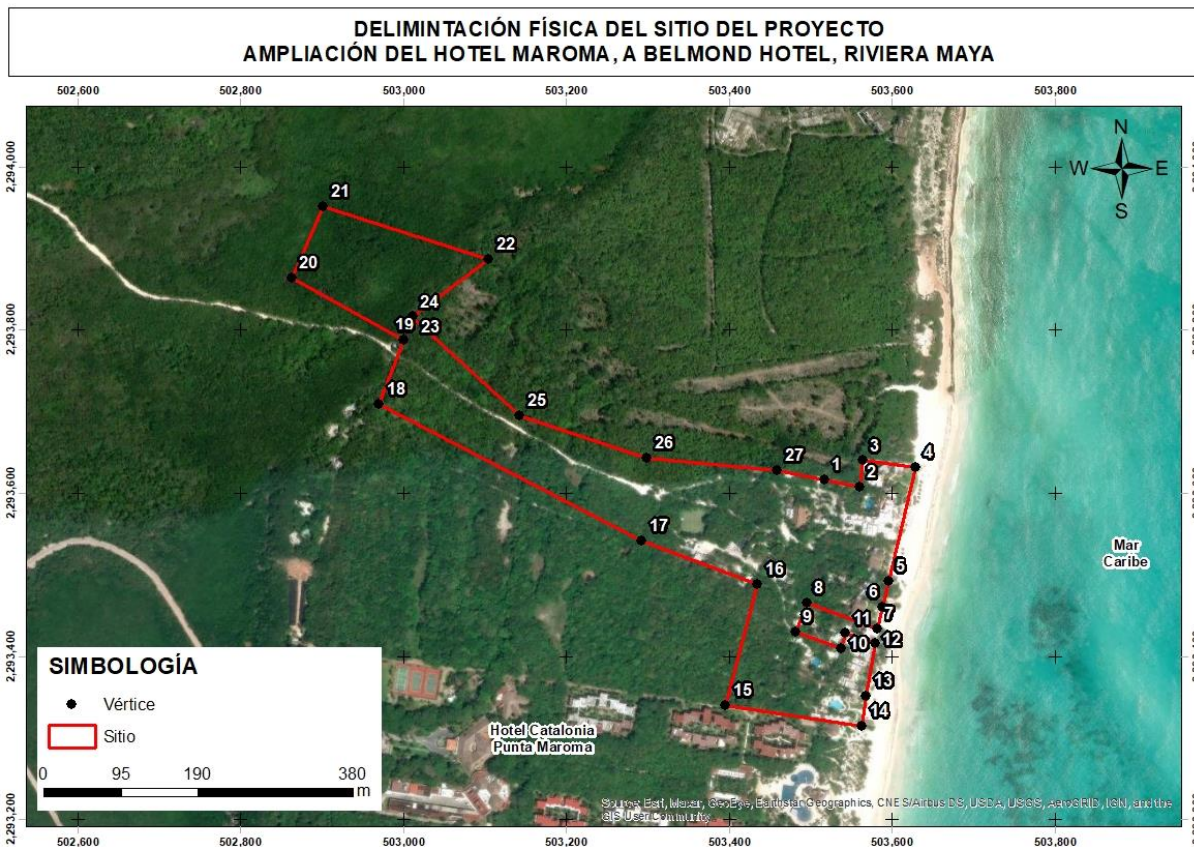


Figura 4. Delimitación física del sitio del proyecto y representación de este en su contexto geográfico local. Fuente: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, Aero GRID, IGN, and the GIS User Community.



#### II.1.4 Urbanización del área

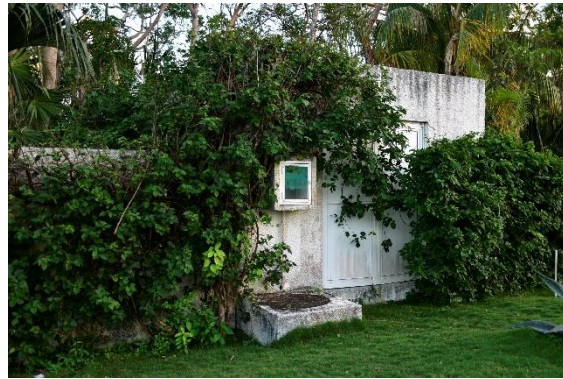
El sitio del proyecto está urbanizado y dispone de servicios urbanos básicos preinstalados, tales como red de energía eléctrica (subterránea), pozo de extracción de agua cruda, planta desaladora y potabilizadora, red de distribución de agua potable, red de drenaje sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales, pozo de rechazo de agua tratada, sistema de riego de áreas verdes ajardinadas, tanques de almacenamiento y línea de distribución de gas LP, y áreas de acopio y almacenamiento temporal de residuos.

Cuenta asimismo con un camino de acceso rústico y diversas vialidades internas también rústicas (sin pavimentar), que facilitan la circulación vehicular y peatonal por las áreas internas del hotel, requeridas para el abasto de insumos, retiro de residuos, prestación de servicios, así como el tránsito de personas y vehículos.

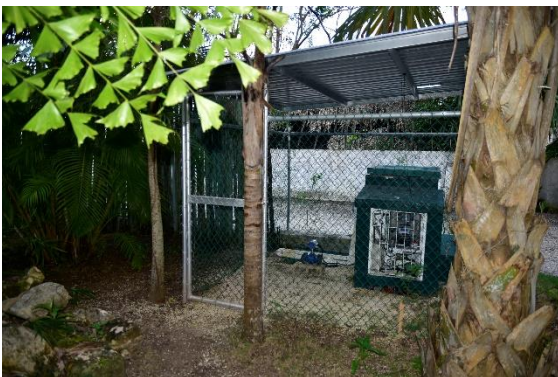
En las siguientes imágenes se muestra parte de la urbanización del sitio del proyecto.



Acceso en carretera federal 307.



Acometida CFE a pie de carretera.



Pozo de extracción.



Camino de acceso al hotel.



Caminos al interior del hotel.



Instalación de gas LP



Cámaras para almacenamiento de residuos



Estacionamiento proveedores.

Derivado de lo anterior, las obras y actividades de urbanización en las etapas de preparación del sitio y construcción, así como de operación son las siguientes.

**Etapas de preparación de sitio y construcción.** La entrada de personal, insumos, equipo y maquinaria necesarios para la ejecución de las obras, así como el retiro de los residuos que se generen y la salida del personal será a través de las vialidades existentes, por lo que no se requiere de la apertura de nuevos caminos o brechas. Tampoco se requieren desmontes para la conformación de patios de maniobras o áreas de resguardo de la maquinaria a emplear, pues se hará uso de un espacio existente (estacionamiento de proveedores) para estas actividades.

Para uso de los trabajadores de obra durante esta etapa se colocarán sanitarios portátiles (1 por cada 15 trabajadores), una estación de agua potable con sombra y espacio para el consumo de alimentos previamente preparados. Para el aseo de los sanitarios de obra, la empresa arrendadora utilizará una pipa, manguera y bomba de succión. Las aguas negras se trasladarán a alguna de las plantas de tratamiento de aguas residuales que operan en Playa del Carmen.

Para el acopio de los residuos sólidos y residuos peligrosos que se generen en la obra se utilizarán contenedores de media capacidad (100 y 200 L) debidamente rotulados e identificados que se colocarán en los frentes de trabajo, pero para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos se utilizarán las áreas de almacenamiento de residuos del hotel Maroma y para su disposición final se empleará a los prestadores de servicio de recolección con los que la empresa Plan Costa Maya, S.A. de C.V. tiene contrato. Los residuos serán trasladados diariamente, debidamente embolsados, usando carretilla de mano o vehículos, dependiendo de su volumen y características. En el sitio del proyecto solo se establecerá un

espacio de acopio provisional para residuos de construcción y madera, mismos que serán retirados con frecuencia semanal.

Para el almacenamiento de insumos se habilitará un almacén temporal de obra y un patio de servicios que se habilitarán dentro del sitio del proyecto en espacios carentes de vegetación (estacionamiento de proveedores y cancha de tenis), por lo que esta actividad no implica desmonte alguno. Todas las sustancias riesgosas se asentarán en tarimas anti-escurrimiento para prevenir la contaminación del suelo y tratándose de combustibles, se almacenarán dentro de bodegas cerradas y con control de acceso

Para abastecer de energía eléctrica la obra se hará una instalación provisional desde la subestación del hotel Maroma.

Durante toda la etapa de construcción se delimitarán las áreas de trabajo para prevenir afectaciones fuera de los polígonos de aprovechamiento en el sitio del proyecto y para contener el tránsito de personas y maquinaria en el área de trabajo.

No se anticipa contar con campamento de obra, ni se prevé la pernocta de personal obrero dentro del sitio del proyecto. Para el traslado del personal se arrendarán unidades de transporte que faciliten la movilidad entre el sitio del proyecto y Playa del Carmen, localidad de la que se anticipa provendrá la mayoría del personal de obra que se contrate.

***Etapa de operación y mantenimiento.*** El suministro de agua al hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya es por extracción a partir de dos pozos profundos que conducen las aguas crudas hacia una planta desaladora y potabilizadora y luego la distribuyen hacia las áreas de servicio mediante una red de distribución propia. El aprovechamiento de aguas nacionales del subsuelo se realiza al amparo del Título de Concesión número 12QNR150242/32EMDL12 a favor de Plan Costa Maya, S.A. de C.V. (anexo) que le permite explotar un volumen de 190,705.20 m<sup>3</sup> anuales, descargando las aguas de rechazo de la osmosis inversa a un pozo profundo. Entre las obras nuevas proyectadas está la instalación y operación de una nueva planta desaladora que se ubicará en el área Back Of the House (BOH) proyectada. Debido a lo anterior será necesario modificar parte de la red hidráulica instalada para conectar las nuevas instalaciones. Se prevé la instalación de sistemas ahorradores de agua en sanitarios para contribuir a mantener los consumos de agua bajos.

Las aguas servidas (grises y negras) se conducen por una red hidrosanitaria propia, por gravedad, primero hacia un cárcamo receptor ubicado en el hotel Maroma, desde el cual se procede a bombearlas a presión hacia la planta de tratamiento de aguas residuales del hotel. De esta forma se garantiza el tratamiento de las aguas residuales y que la operación del hotel no comprometa la calidad ambiental del Mar Caribe o el suelo. Las aguas tratadas se utilizan en parte para el riego de las áreas verdes ajardinadas del hotel y los excedentes se inyectan al subsuelo a través de un pozo profundo. Entre las obras nuevas proyectadas está la instalación y operación de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales que se ubicará en la misma área actualmente ocupada por la planta existente.

El abastecimiento eléctrico del hotel Maroma se hace desde una acometida de la Comisión Federal de Electricidad localizada junto a la carretera federal 307 en el predio San José, lote 034-2, Fracc. III y de ahí se distribuye encofrada a las áreas operativas y de servicios. La empresa Plan Costa Maya, S.A. de C.V. cuenta con Registro Permanente de Usuario número 810080902397 y Registro Móvil de Usuario número 77712 08-09-09 PCM-950514 010 CFE, con una carga conectada de 950 kW. Entre las obras nuevas

proyectadas está la instalación y operación de un par de transformadores nuevos, así como el redireccionamiento de parte de la red eléctrica para abastecer las obras nuevas proyectadas.

Por otra parte, el sistema de iluminación utilizará tecnología LED que consume una cantidad mínima de electricidad, economizando hasta 5 veces más que un foco ahorrador y 20 veces más que un foco tradicional. En interiores la iluminación será en techo. En exteriores solo se prevé la iluminación en piso en las áreas de acceso a fin de evitar accidentes al utilizar escalinatas o andadores por la noche. Para iluminar áreas verdes únicamente se prevé el uso de lámparas solares para jardín, tipo estaca, con LED de color blanco. Este tipo de lámparas son útiles para acotar caminos del jardín o terrazas, cuentan con una placa solar incorporada en su parte superior y en un acabado de acero inoxidable. Son lámparas solares con 4 Leds de color blanco (30W foco tradicional) o 16 LEDS (60 W foco tradicional) y batería recargable, que proporcionan una iluminación de 100 lúmenes a 1 metro y tiene una altura de 40 cm, por lo que su área de incidencia sobre el terreno es baja. Este tipo de lámpara tiene la ventaja de ser ajustable al suelo y de ser removible a voluntad.

Las nuevas obras proyectadas contarán con infraestructura para el acopio temporal de los residuos sólidos que serán generados en la operación, consistentes en contenedores de diversas capacidades, debidamente identificados y rotulados, dispuestos en sitios estratégicos. Los residuos generados se trasladarán diariamente a las áreas de almacenamiento de residuos proyectadas en la ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, que se ubicarán en el área de mantenimiento proyectada. Los residuos generados serán manejados de conformidad con las estrategias aprobadas en el Plan de Manejo de Residuos con registro 23008-ADPMR-0288-2019 -o la actualización correspondiente- emitido a favor de Plan Costa Maya, S.A. de C.V., con vigencia de dos años (anexo).

La actual instalación de gas LP se reubicará atrás del edificio de cuarto de máquinas existente y se modificará adecuado la actual línea de distribución para conectar con las nuevas obras proyectadas que así lo requieran, como la nueva lavandería y cocina de colaboradores que se ubicarán en el área Back Of the House (BOH) proyectada, la cocina del espacio denominado Chef's Garden Experience proyectado o el cuarto de calentadores que se instalará en edificio de servicios. La nueva instalación se hará sin afectar áreas con cobertura vegetal; operará con tres cilindros de gas LP de 5,000 L de capacidad nominal, contará con reguladores de alta y baja presión, tubería de servicio en alta presión regulada de cobre rígido tipo "L", con tramos con diámetros de 25, 18 y 10 mm, con longitudes variables, cumpliendo con los requerimientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004 Instalaciones de aprovechamiento de gas LP Diseño y Construcción. También se prevé el uso de un número variable de tanques móviles de 30, 20 y 10 kilogramos (kg).

Se contará con una nueva instalación para el almacenamiento de diésel, misma que se ubicará en el área de mantenimiento proyectada. La instalación contará con firme de concreto, sardinel, malla ciclónica perimetral, puerta de acceso controlada y techumbre de lámina. Contará además con la señalética propia de la instalación de conformidad con la normatividad aplicable.

Toda vez que las nuevas obras proyectadas se localizan adyacentes a la vialidad interna existente no se anticipa la generación de nuevos caminos. La vialidad interna se mantendrá rústica, es decir, sin pavimentar, a fin de mantener la permeabilidad y la escorrentía superficial del terreno.

### II.1.5 Inversión requerida

El importe del capital requerido para la ejecución del proyecto es de aproximadamente 164,860,000 pesos, equivalentes a 08 millones de dólares americanos, calculado al tipo de cambio FIX de 20.6075 pesos publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de octubre de 2021.

Se estima que los costos de operación y mantenimiento del proyecto ejecutado ascenderán a 218,439,500 pesos anuales equivalentes a 10.6 millones de dólares americanos, calculado al tipo de cambio FIX de 20.6075 pesos publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de octubre de 2021.

El proyecto en operación dará lugar a 290 empleos directos y un estimado de 1,160 empleos indirectos. Lo anterior representa un incremento de 40 empleos directos respecto de los que la empresa tenía contratados antes del cierre en marzo de 2020.

## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

### II.2.1 Antecedentes legales

El hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya es un complejo turístico que se construyó y opera con antelación a la entrada en vigor de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, por lo que las obras y actividades existentes en el 97.3% del conjunto de predios en los que se asienta están dentro de la hipótesis normativa del Artículo Cuarto Transitorio<sup>4</sup> del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, última Reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014, y cuentan con resoluciones que las exentan de la autorización en materia de impacto ambiental en los términos de los oficios DFQR/0269/2001 y DFQR/0270/2001 de fecha 26 de marzo de 2001, 04/SGA/0418/2003 de fecha 9 de septiembre de 2003, S.G.P.A./DGIRA.DEPE.0015.03 de fecha 18 de diciembre de 2003, S.G.P.A./DGIRA.DEI.1738.05 de fecha 13 de julio de 2005, S.G.P.A./DGIRA.DEI.1016.06 de fecha 24 de mayo de 2006<sup>5</sup> y SGPA/DGIRA/DG/03552 de fecha 20 de julio de 2021. Para las obras ejecutadas en el 2.7% restante de la propiedad se cuenta con autorización en materia de impacto ambiental en los términos de las resoluciones S.G.P.A./DGIRA/DG/3928/08 de fecha 28 de noviembre de 2008 y S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./8301 de fecha 28 de octubre de 2011. Se anexan en versión digital. En este contexto, las obras autorizadas a la promovente y la superficie de aprovechamiento en cada caso se muestran en el Cuadro 6.

Las obras que actualmente conforman el complejo hotelero corresponden a 15 edificaciones que incluyen casas y villas turísticas con un total de 73 habitaciones, dos restaurantes, un bar y servicio de minibar, diversas áreas recreativas y de uso común para sus huéspedes que incluyen un lobby, cuatro albercas, un spa con 10 cabinas, dos canchas de tenis, un gimnasio, un temazcal, un teatro y salón de eventos para 50 personas, una palapa cultural, un vivero, una boutique, una terraza frente al mar, pasillos y andadores, estacionamiento de huéspedes, sanitarios en áreas comunes, área de playa, marina y grandes extensiones de áreas verdes, tanto ajardinadas como con cobertura natural. Además, cuenta con obras de equipamiento e infraestructura propios de una instalación hotelera como oficina de la dirección; oficina

<sup>4</sup> TRANSITORIOS. Artículo Cuarto. - Las obras o actividades que correspondan a remodelaciones de una obra que se encuentre operando desde antes de 1988, no deberán someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

<sup>5</sup> En 2018 se obtuvo la resolución SGPA/DGIRA/DG/07898 de fecha 16 de octubre de 2018, pero la promovente se desistió de la ejecución de las obras y actividades ahí indicadas.

de contraloría, administración y contabilidad; oficina, almacén y talleres de mantenimiento; oficina y almacén de ama de llaves; oficina y bodega de áreas públicas; cuarto de sistemas; oficina del chef y cocina central; comedor de colaboradores con cocina; dos casetas de seguridad; almacén general de insumos y oficina de compras y almacén; oficina y sala de capacitación; cuartos de máquinas; lavandería; planta de osmosis inversa y red de distribución de agua potable; planta de tratamiento de aguas residuales y red hidrosanitaria; área de tanques de gas LP y red de distribución de gas LP; almacén de combustible; plantas de emergencia; sistema contra incendio; infraestructura eléctrica, de voz y datos, área de acopio de residuos sólidos y de manejo especial; almacén temporal de residuos peligrosos; cocina, comedor, sanitarios y vestidores para colaboradores; patio de servicios, vialidad interna, caminos y estacionamiento de proveedores y colaboradores. Sin embargo, varias de las edificaciones existentes se encuentran en proceso de demolición o adecuación con sustento en la resolución SGPA/DGIRA/DG/03552 de fecha 20 de julio de 2021.

*Cuadro 6. Obras autorizadas y superficie de aprovechamiento en cada caso que conforman el hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. Fuente: resolución SGPA/DGIRA/DG/03552 de fecha 20 de julio de 2021.*

<b>Obra o instalación techada</b>	<b>Superficie PB (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Superficie PA (m<sup>2</sup>)</b>
16 Villas para hospedaje (73 hab)	3,581.85	5,571.01
Alimentos y bebidas	1,808.40	0.00
Servicios y administración	2,142.14	687.96
<b>Subtotal</b>	<b>7,532.39</b>	<b>6,258.97</b>
<b>Obra o instalación no techada</b>		
Motor lobby	30.50	
Servicios	2,289.38	
Equipamiento	1,012.97	
Vialidades, andadores, patios	8,410.36	
<b>subtotal</b>	<b>11,743.21</b>	
<b>Áreas verdes y naturales</b>		
Áreas verdes naturales y jardines	93,877.56	
Playa natural	2,100.00	
<b>subtotal</b>	<b>95,977.56</b>	
	<b>115,253.16</b>	

De la tabla previa se observa que la superficie total del conjunto de predios con que la DGIRA autorizó las obras existentes (115,253.16 m<sup>2</sup>) discrepa de la superficie total del conjunto de predios que arroja la suma de áreas contenidas en las escrituras proporcionadas por la promotora y utilizada en el presente documento para construir la superficie del sitio del proyecto (114,853.15 m<sup>2</sup>). La diferencia es de 400.01 m<sup>2</sup>, cuyo origen se desconoce. Sin embargo, se reitera que para efectos del presente estudio técnico la superficie definida para el sitio del proyecto es de 114,853.15 m<sup>2</sup> o 11.485 hectáreas.

## II.2.2 Dimensiones del proyecto

El proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, se proyecta como una extensión de las obras existentes para la mejora de los servicios que ofrece el hotel actualmente. Para lo anterior se aprovecharán 7,932.72 m<sup>2</sup> de los cuales 6,318.73 m<sup>2</sup> actualmente corresponden a Terrenos Forestales, por lo que se requiere la autorización del cambio de uso del suelo en terrenos forestales por esta superficie,

así como la autorización en materia de impacto ambiental de la superficie total de aprovechamiento manifestada y para la ejecución y operación de las obras y actividades propuestas y existentes.

El proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya que se propone se desarrollará en ocho polígonos o áreas de aprovechamiento distribuidas como se muestra en la Figura 5 cuyas características particulares de aprovechamiento se describen enseguida.

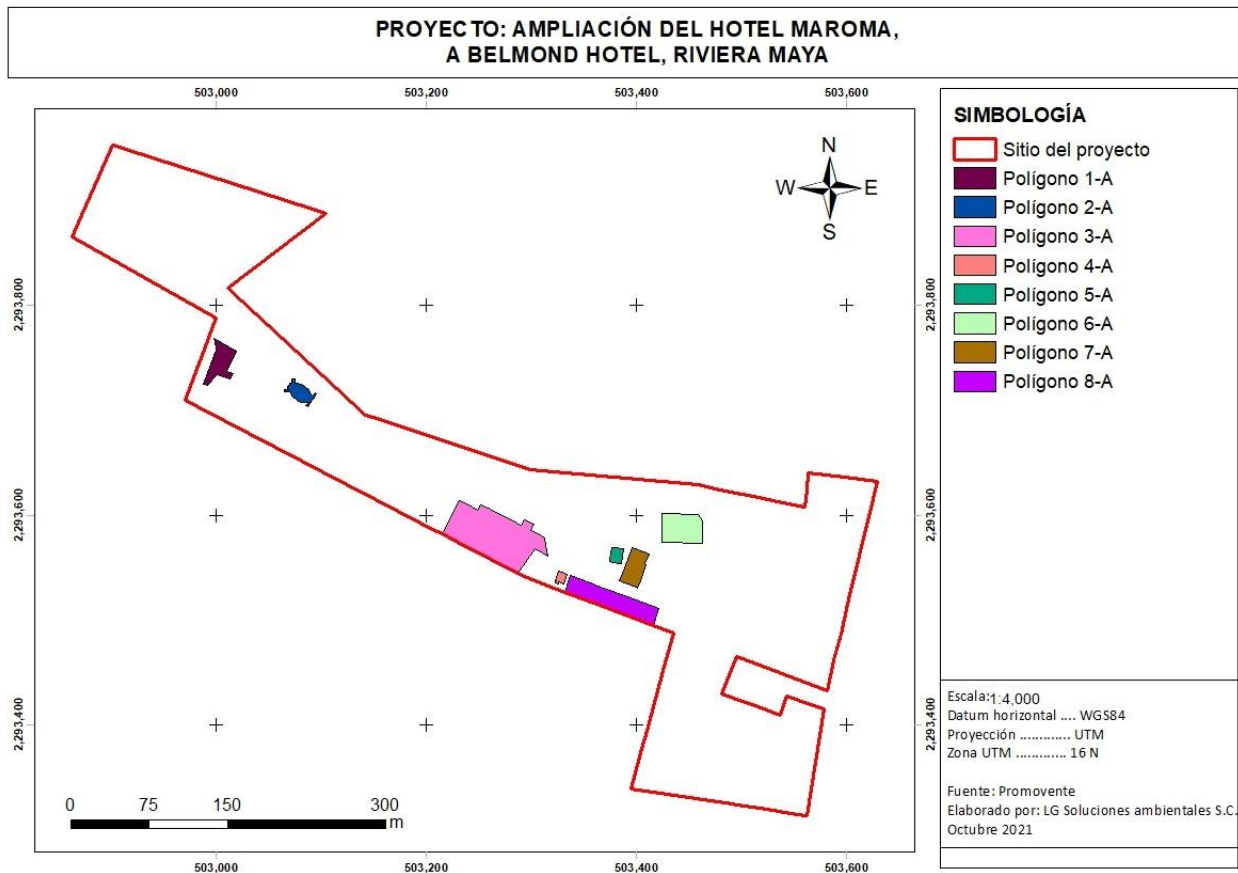


Figura 5. Distribución de los ocho polígonos de aprovechamiento para el desarrollo del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

#### II.2.2.1. Polígono 1-A. Área de espera para proveedores

El área de espera para proveedores será un espacio abierto, rellenado con sascab compactado, que se proyecta casi en el límite oeste del sitio del proyecto, al suroeste del camino de acceso al hotel Maroma, con el que conectará por un entronque en forma de “Y” con camellón intermedio con vegetación para separar el flujo de entrada y salida de los proveedores (Figura 6).

Se trata de un espacio destinado para permitir la espera de proveedores mientras se le da acceso al hotel y con esto organizar el tránsito vehicular en el camino de acceso, evitando el tránsito simultáneo de huéspedes y proveedores y embotellamientos, reduciendo los actuales conflictos de tráfico derivados de las características particulares del camino existente. Esta área permitirá la circulación y maniobras de vehículos de proveedores fuera del camino de acceso al hotel y contará además con zona de aparcamiento

para cuatro vehículos de carga de hasta tres toneladas y para un autobús de pasajeros. También será el área de espera del autobús de personal antes de ingresar para ascenso y descenso del staff.

El área de espera tendrá una superficie total de 642.97 m<sup>2</sup>, de los cuales 2.86 m<sup>2</sup> corresponderán a área verde ajardinada del camellón, 108.29 m<sup>2</sup> a área verde natural y 531.82 m<sup>2</sup> al área de circulación y maniobra de vehículos y zona de aparcamiento. El área tendrá en promedio un nivel de 0.20 m sobre el nivel natural del terreno, estará conformada por una base de polvo de sascab compactado y un acabado a base de gravilla de sascab de 1/4". El camellón será un bordillo de mampostería de piedra de sascab. El perímetro del área de espera para proveedores será reforestado con árboles de vegetación nativa y cocoteros para delimitar y contener el espacio útil.

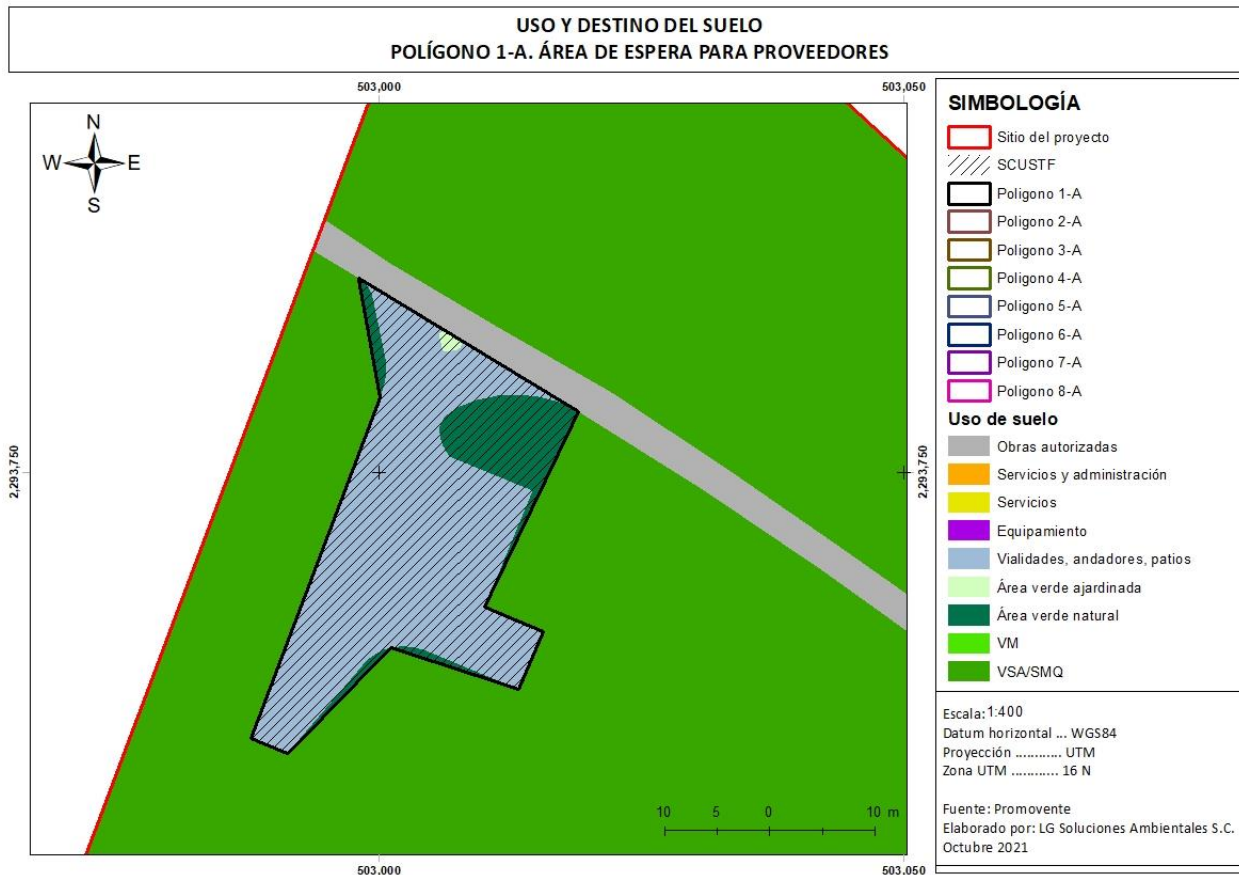


Figura 6. Uso de suelo y vegetación que se propone para el Polígono 1-A. Área de espera para proveedores. Fuente: Promovente.

Cuadro 7. Distribución de superficies del destino de suelo que se propone para el Polígono 1-A. Área de espera para proveedores. Fuente: Promovente.

Uso del suelo actual	Destino de suelo - Polígono 1-A	Superficie en m <sup>2</sup>
Terreno forestal	Área verde natural	108.29
Terreno forestal	Área verde ajardinada	2.86
Terreno forestal	Vialidades, andadores, patios	531.82
	<b>Suma</b>	<b>642.97</b>



El 100% de la superficie que se solicita para el desarrollo del área de espera de proveedores actualmente corresponde a Terreno Forestal (Polígono 1 de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF)).

#### *II.2.2.2. Polígono 2-A. Bahía de acceso*

La bahía de acceso será una plazoleta de trazo orgánico que se ubicará sobre el trayecto del camino de acceso existente, antecedida en el mismo trayecto por dos elementos escultóricos a manera de hitos que anunciarán el ingreso al hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya (Figura 7). El acceso a la plazoleta estará enmarcado por dos muretes a los costados del camino; la plazoleta estará delimitada en los costados por vegetación que en un primer plano será de intención ornamental y en segundo plano será una delimitante visual y de mimetización con el entorno de la plazoleta y la vialidad. La plazoleta en su costado opuesto al ingreso – lado este- estará limitada con una puerta de acceso al hotel que será de dos hojas monumentales abatibles controladas remotamente; misma que se ubicará entre dos muros escultóricos que portarán el letrero de acceso al hotel. Este espacio contará con un tótem de intercomunicación con seguridad.

La bahía de acceso ocupará una superficie total de 334.43 m<sup>2</sup>, de los cuales 173.30 m<sup>2</sup> serán ocupados para el desplante de la plazoleta y los muros, mismos que se desarrollarán a los costados del camino existente a lo largo de 26.00 m en dirección noroeste-sureste y de forma orgánica se alejará hasta 7.00 m en dirección noreste y 7.00 m en dirección sureste. La vialidad ocupará en 78.84 m<sup>2</sup> y los 82.29 m<sup>2</sup> restantes serán ocupados por vegetación preferentemente nativa (área verde ajardinada).

La bahía estará conformada por una base de polvo de sascab compactado, un firme de concreto y un acabado a base de piedra vista maya plana asentada con mortero. El nivel de piso terminado de la plazoleta será en promedio de 0.60 m sobre el nivel de terreno natural. A los costados de la plazoleta se plantarán Henequenes equidistantes uno del otro para emular los cultivos henequeneros, seguido en un segundo plano de ejemplares de Palma Chit (*Thrinax radiata*) de diferentes alturas para delimitar visualmente el espacio y mimetizarlo con el entorno.

Los muretes en el acceso a la plazoleta tendrán una altura que va de los 0.85 m hasta 1.55 m con respecto al piso de la plazoleta. Los muros en los costados de la puerta tendrán una altura de 4 m sobre el nivel de piso de la plazoleta. Los muros y muretes de la bahía tanto el de acceso como de la puerta se construirán a base de block hueco de 20 x 20 x 40 cm asentados con mortero cemento-arena, con castillos y dalas de concreto armado según diseño estructural, desplantados sobre cimentación de concreto armado. El acabado de muros será de piedra vista maya a hueso, tendrán iluminación a base de led. Las puertas monumentales serán de celosía de madera en marco metálico con sistema de apertura controlado remotamente.

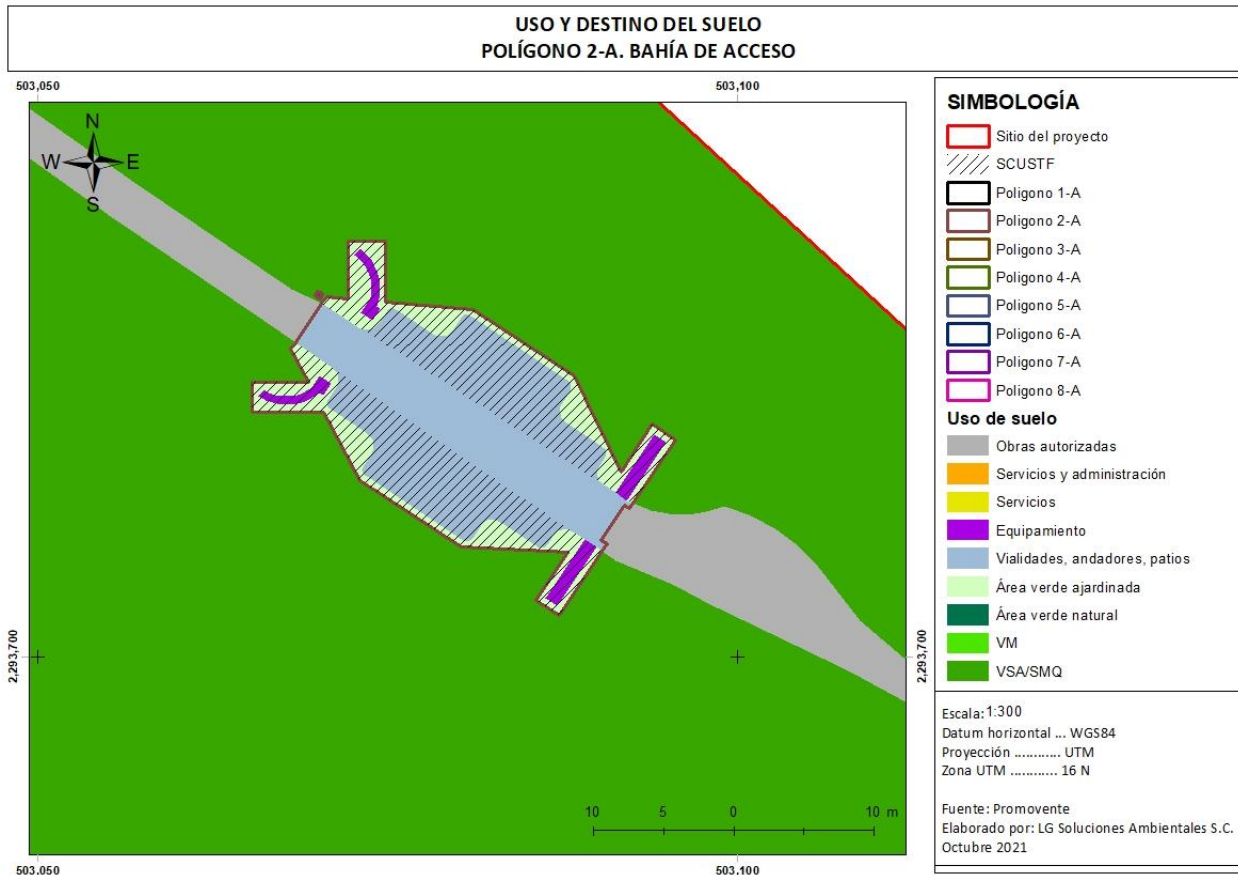


Figura 7. Uso de suelo y destino del suelo que se propone para el Polígono 2-A. Bahía de acceso. Fuente: Promovente.

Cuadro 8. Distribución de superficies del destino de suelo que se propone para el Polígono 2-A. Bahía de acceso. Fuente: Promovente.

Uso del suelo actual	Destino de suelo - Polígono 2-A	Superficie en m <sup>2</sup>
Terreno forestal	Área verde ajardinada	82.29
Terreno forestal	Equipamiento (Muro/murete)	16.93
Vialidades, andadores, patios	Vialidades, andadores, patios	96.75
Terreno forestal	Vialidades, andadores, patios (plazoleta)	138.30
Terreno forestal	Equipamiento (Tótem de intercomunicación)	0.16
	<b>Suma</b>	<b>334.43</b>

El 71% de la superficie que se requiere para la habilitación de la bahía de acceso corresponde a Terreno Forestal (237.68 m<sup>2</sup> en dos polígonos denominados 2 y 3), y el 29% restante corresponde al camino de acceso existente (96.75 m<sup>2</sup>), que si bien no requiere cambio de uso de suelo forestal si demanda la autorización de aprovechamiento para ejecutar las obras y actividades propuestas de conformación de la nueva superficie de rodamiento.

*II.2.2.3. Polígono 3-A. Área de mantenimiento*

El área de mantenimiento colinda con el límite sur del sitio del proyecto. Estará compuesta por un edificio destinado para la ejecución de diversas actividades relacionadas con el mantenimiento del equipo e infraestructura del hotel, tales como bodegas y talleres (bodega de jardinería, almacén de mantenimiento, área para obra civil, bodega de operación, taller de operadores, taller de electromecánica, taller de barniz y pintura, taller de carpintería y barniz, taller de carpintería), área de oficinas y almacenes. Aledaños a éste habrá una caseta de control de acceso y las cámaras de almacenamiento temporal de residuos (cámara fría, cámaras secas y almacén temporal de residuos peligrosos). En este polígono también se proyectan áreas abiertas como el taller de carros eléctricos, una subestación eléctrica, el área de almacenamiento de diésel, áreas verdes, andadores, 29 cajones de estacionamiento y una zona de tránsito vehicular. La conformación de este espacio se aprecia en la Figura 8 y la Figura 9.

Las obras cubiertas ocuparán una huella de desplante de 1,055.52 m<sup>2</sup> y las techadas de 44.23 m<sup>2</sup> en tanto que las áreas abiertas ocuparán 2,347.01 m<sup>2</sup> destinadas a obras y 137.36 m<sup>2</sup> a áreas verdes, para un total de 3,584.12 m<sup>2</sup> de superficie de aprovechamiento (Cuadro 9). Las edificaciones serán todas de una sola planta. Considerando la altura desde el N.P.T. ±0.00 (área de estacionamiento y áreas verdes), la infraestructura cubierta que se propone tendrá una altura máxima de 4.75 m con una pendiente del 2% y una altura mínima de 4.40 m. Las áreas de mantenimiento y almacenaje serán desarrolladas con cimentaciones a base de zapatas trabes y contratraves de concreto, elementos verticales estructurales y cubiertas metálicas y muros de block de concreto. Únicamente la caseta de control (9.19 m<sup>2</sup>) y las áreas de almacenamiento de residuos (35.05 m<sup>2</sup>) contarán con losa de concreto, muros de block y firme de concreto.

137.36 m<sup>2</sup> de las áreas abiertas en este polígono corresponderán a áreas verdes que serán reforestadas en un 100% con vegetación nativa. La superficie de rodamiento será de sascab compactado y con las pendientes necesarias para el correcto desagüe pluvial. Los andadores contarán con firme de concreto.

*Cuadro 9. Distribución de superficies del destino de suelo que se propone para el Polígono 3-A. Área de mantenimiento. Fuente: Promovente.*

Uso actual del suelo	Destino de suelo - Polígono 3-A	Superficie en m <sup>2</sup>
Terreno forestal	Vialidades, andadores, patios	480.35
Terreno forestal	Área verde ajardinada	137.36
Terreno forestal	Servicios (Edificio mantenimiento cubierto)	1,055.52
Terreno forestal	Vialidades, andadores, patios (Estacionamiento)	1,792.42
Terreno forestal	Servicios y administración	44.23
Terreno forestal	Servicios	74.24
	<b>Suma</b>	<b>3,584.12</b>

El 100% de la superficie que se solicita para el desarrollo del área de mantenimiento actualmente corresponde a Terreno Forestal (Polígono 4 de CUSTF).

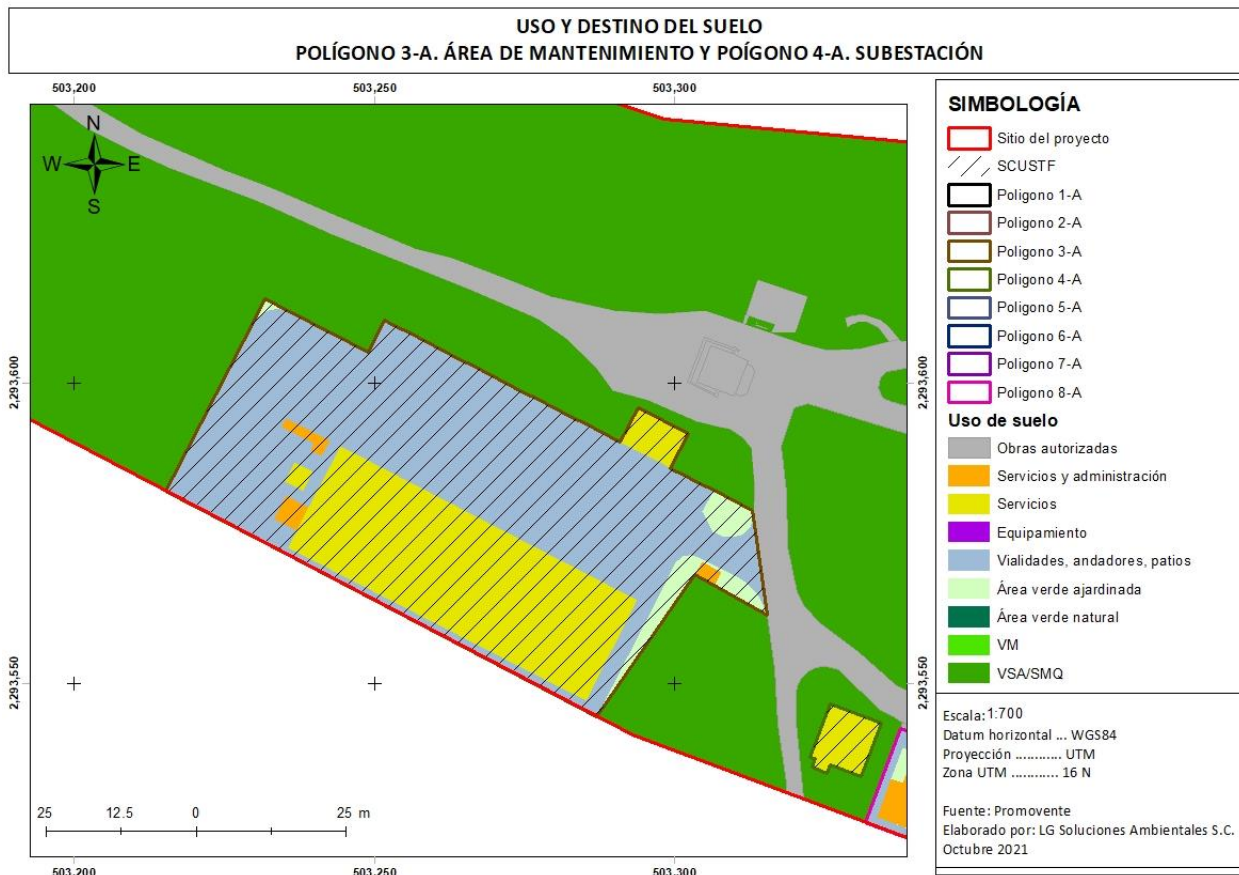


Figura 8. Uso de suelo y destino de suelo que se propone para el Polígono 3-A Área de mantenimiento y el Polígono 4-A Subestación. Fuente: Promovente.

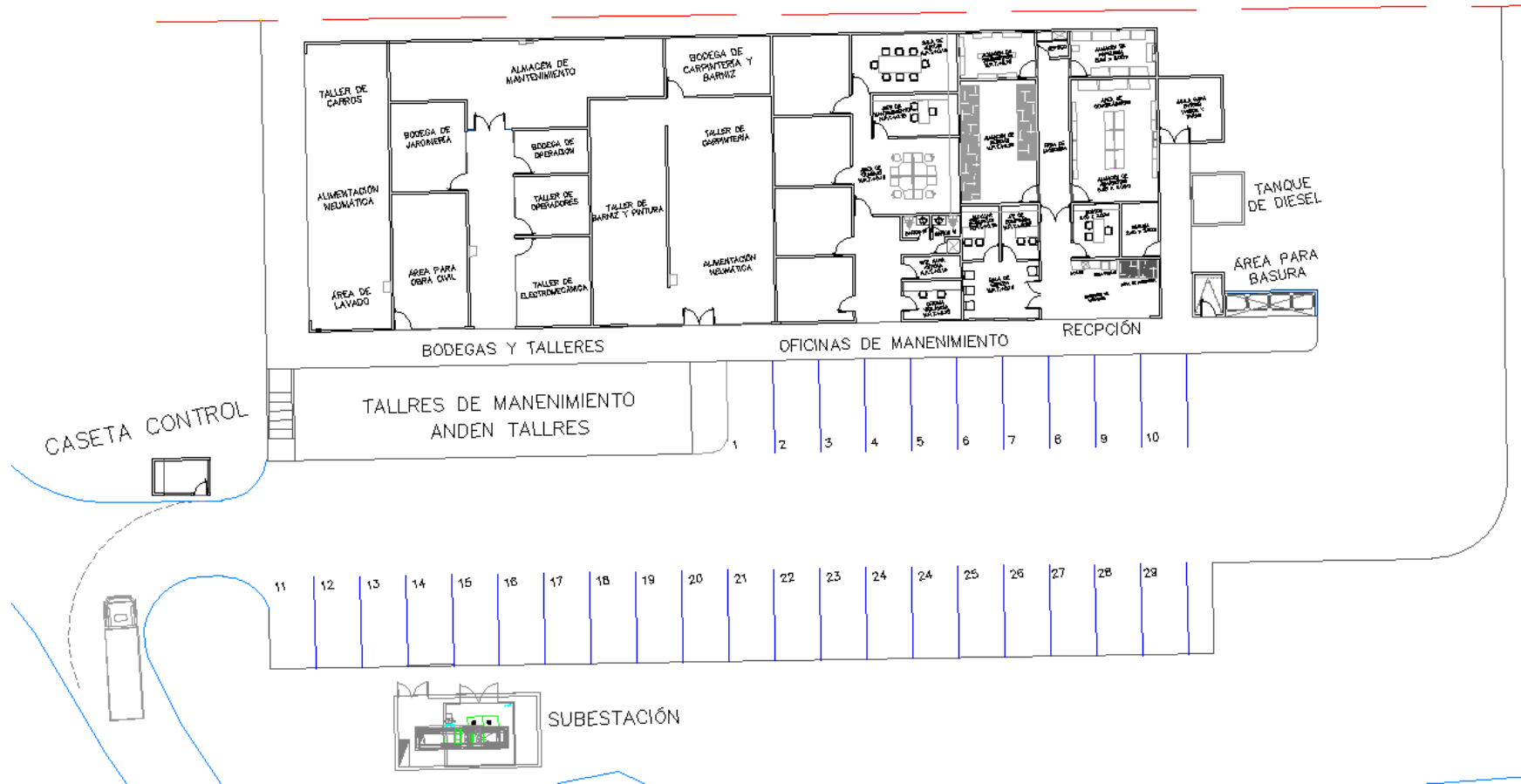


Figura 9. Distribución interna del área de mantenimiento que se propone en el polígono de aprovechamiento 3-A. Fuente: Promovente.

#### II.2.2.4. Polígono 4-A. Subestación

Este polígono ocupa un área de 89.55 m<sup>2</sup> destinada a la instalación de una subestación eléctrica delimitada con malla ciclónica y rodeada por vegetación nativa (Figura 8, Figura 10). El 100% de este polígono se encuentra cubierto por vegetación forestal y corresponde al polígono 5 en materia de cambio de uso del suelo en terreno forestal.

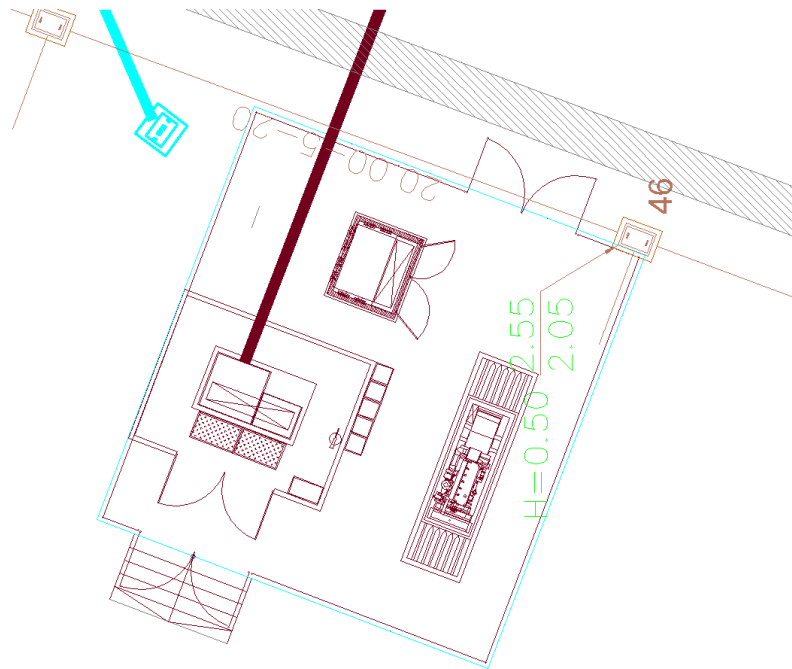


Figura 10. Distribución interna de la subestación eléctrica que se propone en el polígono de aprovechamiento 4-A. Fuente: Promovente.

#### II.2.2.5. Polígono 5-A. Servicios área de Tenis

El polígono 5-A destinado a servicios vinculados a la cancha de Tenis existente ocupa un área total de 154.00 m<sup>2</sup>. Será un espacio compuesto por una edificación que alojará cambiadores, baños y una zona de descanso tipo palapa del estilo y técnicas de construcción de la región (Figura 11, Figura 12). La construcción tendrá una huella de desplante con superficie total de 65.59 m<sup>2</sup> y estará parcialmente rodeada por un andador de 47.36 m<sup>2</sup> al cual se accederá a través de un andador existente, a un costado de la cancha de Tenis; en tanto que la sección posterior de la estructura estará rodeada por área verde que será reforestada con vegetación nativa.

El área principal destinada al descanso de los usuarios ocupará 44.65 m<sup>2</sup>, tendrá piso de concreto y una techumbre de palapa tradicional, a base de columnas, traveses y largueros de madera y Huano con una altura máxima de 7.30 m sobre el nivel exterior. Los baños y cambiadores se desarrollarán sobre 10.47 m<sup>2</sup> cada uno (20.94 m<sup>2</sup> en total), tendrán pisos de concreto y recubrimiento cerámico, muros de block de concreto con acabado a base de estuco y losa de concreto que tendrá una altura máxima de 3.00 m. Los espacios estarán desplantados 0.15 m sobre el nivel exterior.

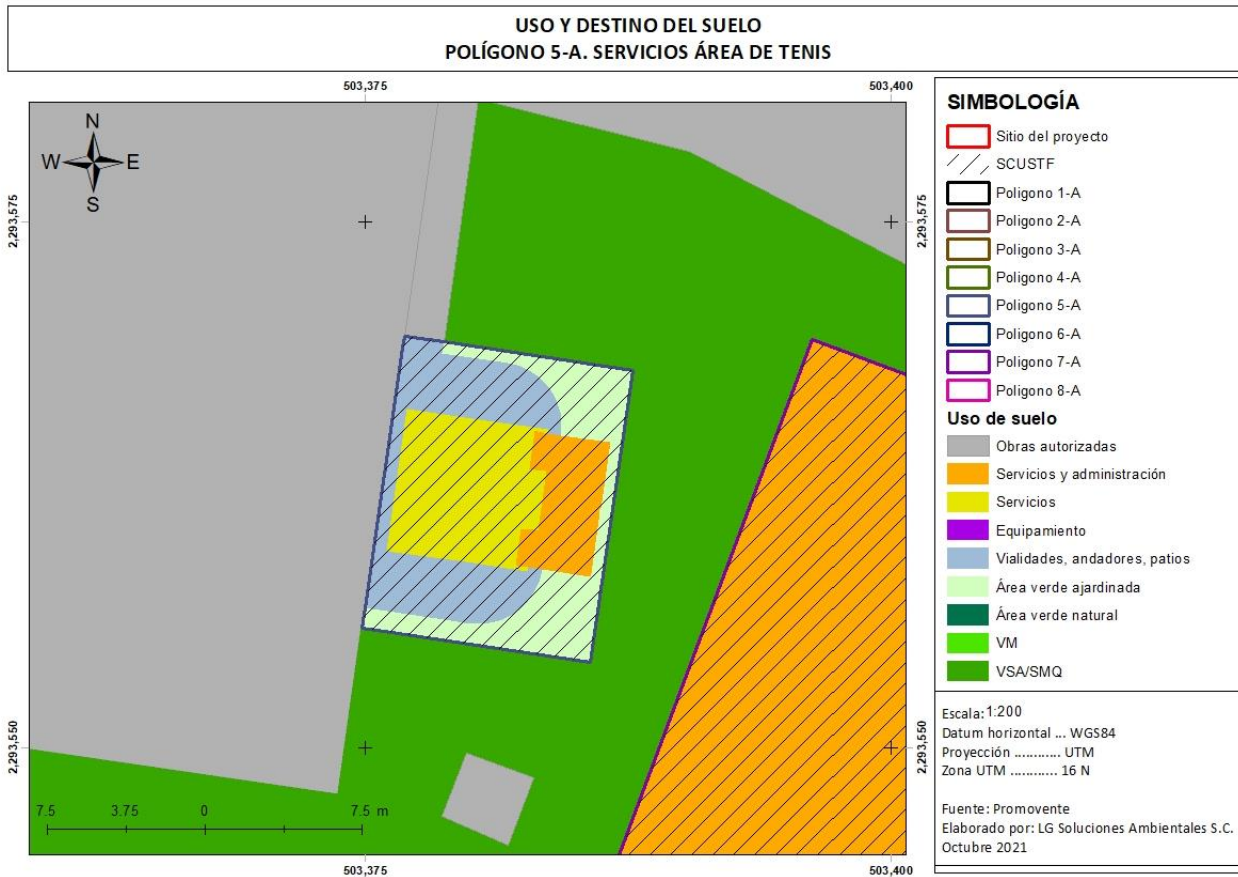


Figura 11. Uso de suelo y destino del suelo que se propone para el Polígono 5-A. Servicios área de tenis.  
 Fuente: Promovente.

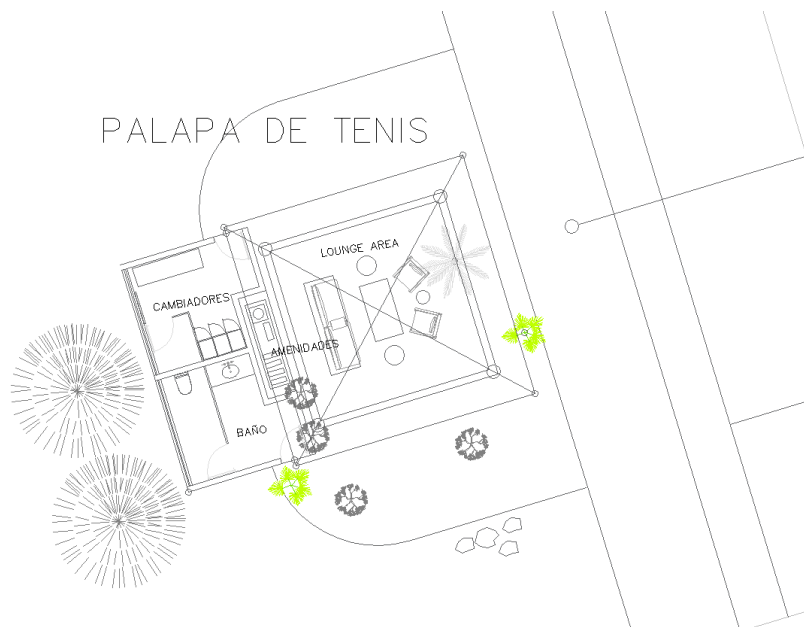


Figura 12. Distribución interna del Polígono 5-A Servicios área de tenis que se propone. Fuente: Promovente.

*Cuadro 10. Distribución de superficies del destino de suelo que se propone para el Polígono 5-A. Servicios área de tenis. Fuente: Promovente.*

<b>Uso actual del suelo</b>	<b>Destino de suelo – Polígono 5-A</b>	<b>Superficie en m<sup>2</sup></b>
Terreno forestal	Vialidades, andadores, patios	47.36
Terreno forestal	Área verde ajardinada	41.05
Terreno forestal	Servicios	44.65
Terreno forestal	Servicios y administración	20.94
	<b>Suma</b>	<b>154.00</b>

El 100% de la superficie que se solicita para el desarrollo de los servicios del área de tenis actualmente corresponde a Terreno Forestal (Polígono 6 en CUSTF).

#### *II.2.2.6. Polígono 6-A. Chef's Garden Experience*

El Chef's Garden Experience se diseñó como un espacio abierto destinado para que los huéspedes tengan una experiencia gastronómica única acompañados del Chef de cocina. El lugar contará con amplios espacios abiertos cubiertos con pastos y ornamentados con plantas nativas y de ornato, así como un área de comensales y un área de cocina abierta ambas techadas con palapa del estilo y técnicas de construcción de la región, así como dos edificios adjuntos destinados a servicios sanitarios y al almacenaje de equipo e insumos. En total el área destinada para esta amenidad es de 1,026.26 m<sup>2</sup>, la imagen objetivo se aprecia en la Figura 13 y la Figura 14.

Las construcciones ocuparán una superficie total de 267.42 m<sup>2</sup>, desplantadas a 0.15 m sobre el nivel exterior. El área principal de comensales y el área de cocina abierta se desarrollará en 214.50 m<sup>2</sup>, tendrá pisos de concreto y una techumbre de palapa tradicional realizada con materiales y técnica de la región, a base de columnas, traveses y largueros de madera y Huano, con una altura máxima de 7.30 m sobre el nivel exterior. Los edificios destinados a baños y el área de almacén se localizarán al oeste del área de comensales ocupando cada uno 26.46 m<sup>2</sup>; tendrán piso de concreto y recubrimiento cerámico, muros de block de concreto con acabado a base de estuco y losa de concreto con una altura máxima de 3.00 m.

Las áreas verdes ocuparán 749.56 m<sup>2</sup> y estarán ocupadas mayormente por pastos a fin de utilizarlas para el montaje de eventos al aire libre, haciendo uso de mobiliario desmontable.



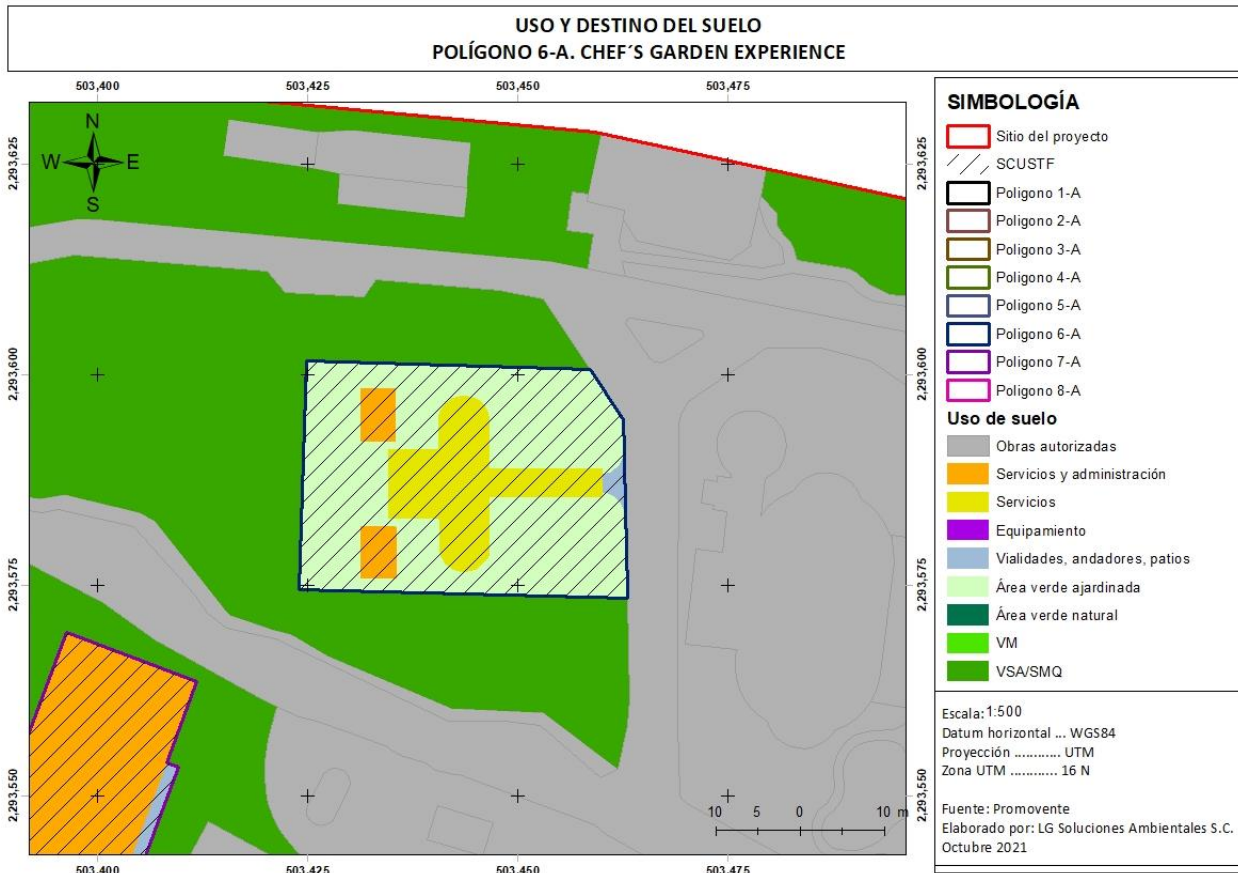


Figura 13. Uso de suelo y destino de suelo que se propone para el Polígono 6-A. Chef's Garden Experience. Fuente: Promovente.

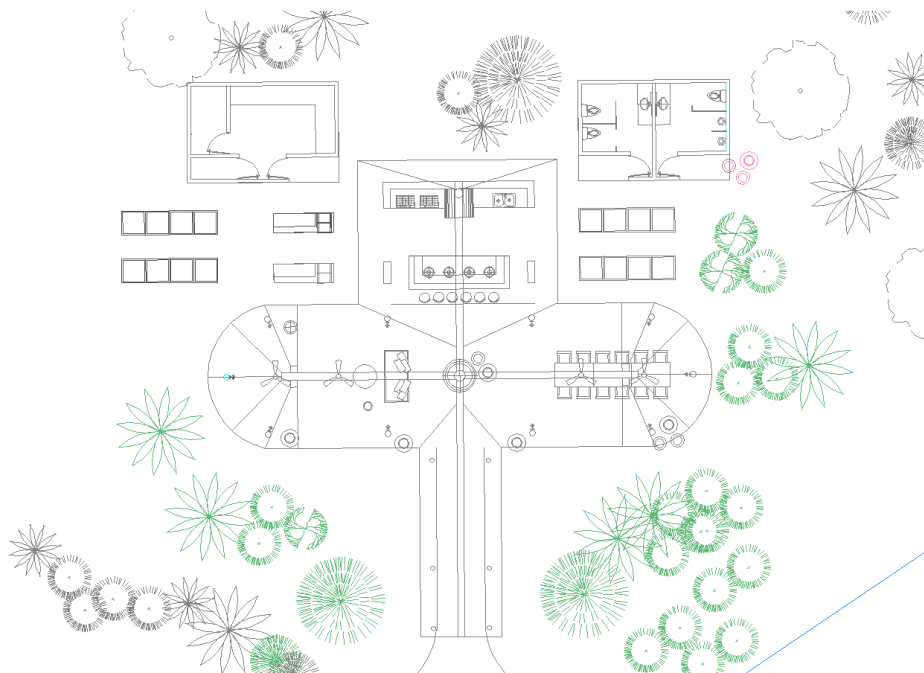


Figura 14. Distribución interna del Chef's Garden Experience que se propone. Fuente: Promovente.

*Cuadro 11. Distribución de superficies del destino de suelo que se propone para el Polígono 6-A. Chef's Garden Experience. Fuente: Promovente.*

Uso actual del suelo	Destino de suelo - Polígono 6-A	Superficie en m <sup>2</sup>
Terreno forestal	Vialidades, andadores, patios	9.28
Terreno forestal	Área verde ajardinada	749.56
Terreno forestal	Servicios	214.50
Terreno forestal	Servicios y administración	52.92
	<b>Suma</b>	<b>1,026.26</b>

El 100% de la superficie que se solicita para el desarrollo del Chef's Garden Experience actualmente corresponde a Terreno Forestal (Polígono 7 en CUSTF).

#### *II.2.2.7. Polígono 7-A. Edificio de servicios*

El polígono Edificio de servicios que se proyecta ocupará 605.44 m<sup>2</sup> totales, de los cuales 485.56 m<sup>2</sup> serán techados y 119.88 m<sup>2</sup> serán áreas abiertas (Cuadro 12, Figura 15). El edificio alojará la planta desaladora, las cisternas de agua cruda (2 de 138.88 m<sup>3</sup> de capacidad) y de agua tratada para riego y servicios (2 de 143.36 m<sup>3</sup> de capacidad), cuarto de máquinas e hidroneumáticos, cuarto de calentadores y la planta contra incendio (Figura 16). La estructura principal será una construcción con cimentaciones a base de zapatas, traveses y contratraveses y elementos verticales estructurales de concreto, muros de block de concreto y losas de concreto, con una altura máxima de 3.95 m<sup>2</sup>.

El 96% de la superficie que se requiere para la construcción de este edificio corresponde a Terreno Forestal (584.15 m<sup>2</sup>, polígono 8 en CUSTF); mientras que el 4 % restante actualmente corresponde a un área de servicios (21.25 m<sup>2</sup>, ocupada por la actual instalación de gas LP, la cual será reubicada atrás del edificio de cuarto de máquinas existente), que si bien no requiere cambio de uso de suelo forestal si demanda la autorización de aprovechamiento para ejecutar las obras y actividades propuestas para el área de servicios.

*Cuadro 12. Distribución de superficies del destino de suelo que se propone para el Polígono 7-A. Edificio de servicios. Fuente: Promovente.*

Uso actual del suelo	Destino de suelo - Polígono 7-A	Superficie en m <sup>2</sup>
Terreno forestal	Vialidades, andadores, patios	61.09
Servicios	Vialidades, andadores, patios	17.25
Servicios	Servicios y administración	1.37
Servicios	Área verde ajardinada	2.67
Terreno forestal	Área verde ajardinada	38.87
Terreno forestal	Servicios y administración	484.19
	<b>Suma</b>	<b>605.44</b>

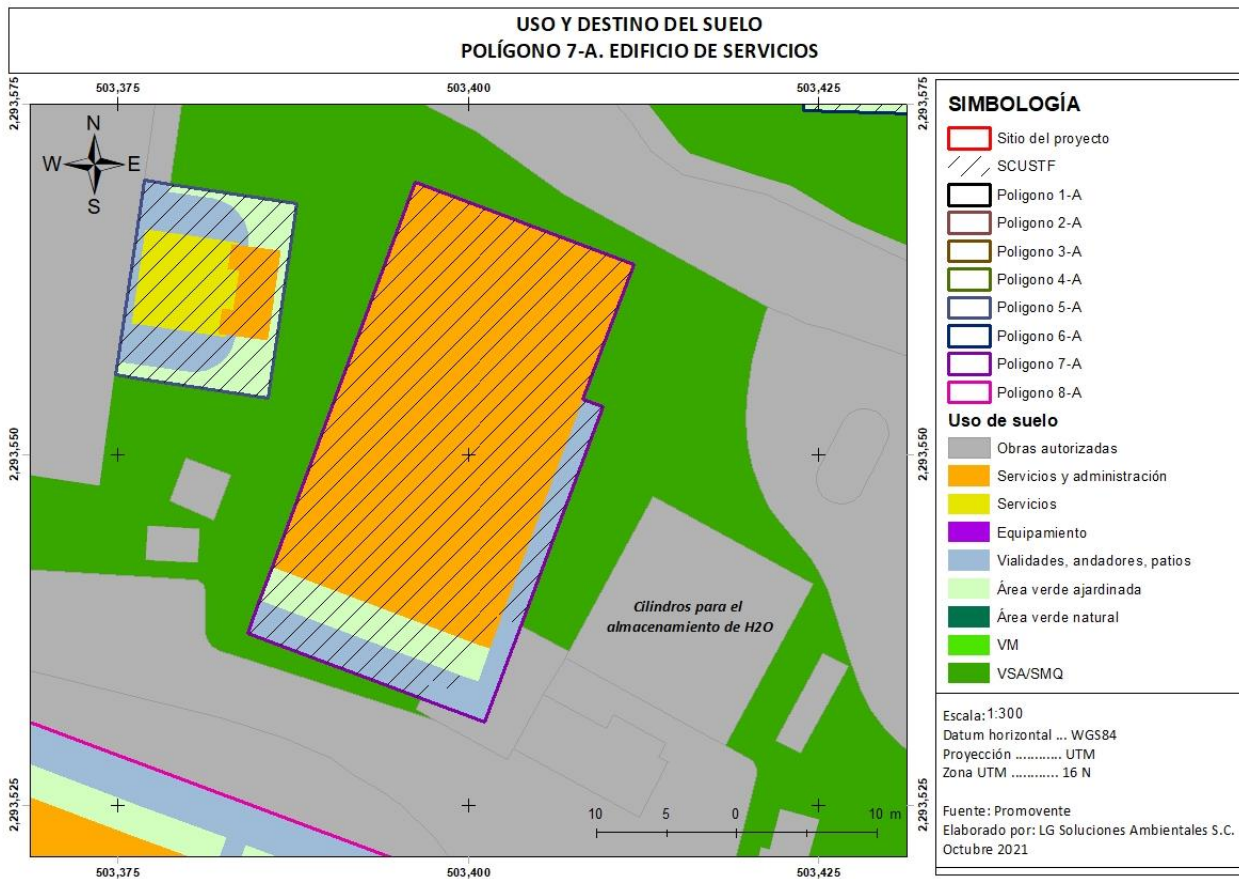


Figura 15. Uso de suelo y destino de suelo que se propone para el Polígono 7-A. Edificio de servicios.  
 Fuente: Promovente.

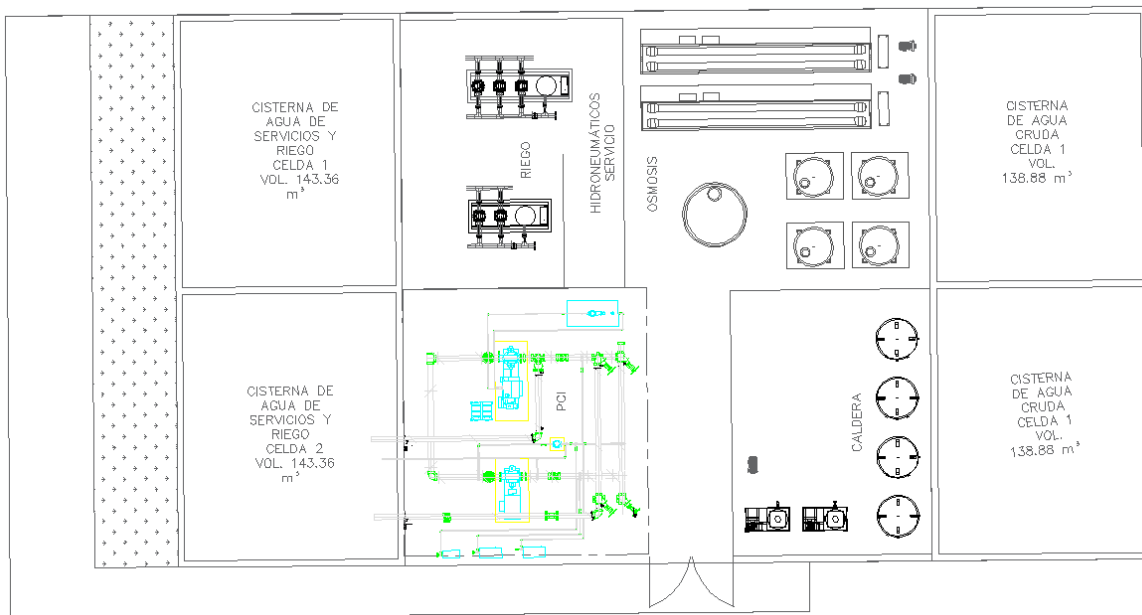


Figura 16. Distribución interna del edificio de servicios que se propone. Fuente: Promovente.

En este edificio se proyecta la instalación de una planta de desaladora que contará con una batería de filtros (tanques turbidex y carbón activado de 48 x 72 Φ) con una capacidad de tratar hasta 290 gpm para la alimentación de un sistema de osmosis inversa modelo VET-9R6M con capacidad de producir 203 gpm (12.8 lps) a una recuperación del 70%, generando agua potable con una salinidad menor de 500 ppm de STD (Sólidos Disueltos Totales), partiendo de aguas salobres de hasta 36,000 ppm. El equipo funciona de manera automática, los parámetros de flujo, conductividad y pH se monitorean por controladores digitales marca Georg Fischer. El sistema se monta sobre una estructura de acero inoxidable para uso rudo con una pintura epóxica para mayor resistencia a la corrosión. Se emplea bomba centrífuga de alta presión marca Xylem, model 25SH, con motor de 20 HP y variador de frecuencia marca Danfoss, de 20 HP de potencia. El sistema contará con medidores de flujo y manómetros de presión. Las aguas crudas se extraerán de los pozos de aprovechamiento autorizados, en tanto que las aguas residuales se descargarán en el pozo de rechazo autorizado, en ambos casos, en el Título de Concesión número 12QNR150242/32EMDL12. El agua potable obtenida se verterá en las cisternas que se habilitarán en el edificio de servicios proyectado y luego se distribuirán según necesidad a través de la red de distribución de agua instalada en el hotel, por bombeo.

Se prevé la instalación de un sistema de dos calentadores de agua marca Clayton, T2500, con capacidad térmica de 50 CC, capaz de elevar la temperatura 421,800 Kcal/h para un delta T de 45 °C, eficiencia térmica del 90%, para un volumen de 9,373 L/h, con consumo de gas LP de 43.6 kg/h, que operarán de forma intercalada y automática, según demanda, disponibles las 24 horas del día, que emplearán gas LP como combustible para generar agua caliente que se almacenará en hasta cuatro tanques de almacenamiento verticales de 10,000 L de capacidad nominal cada uno y se distribuirá por tubería hacia las habitaciones, cocinas y otras áreas del hotel donde se requiere agua caliente. La operación de estos equipos dará lugar a emisiones a la atmósfera por lo que la promovente deberá monitorear dichas emisiones para garantizar el cumplimiento al límite de emisiones de gases de efecto invernadero establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011.

La planta contra incendio estará ubicada en el cuarto de máquinas y conectada a las cisternas de agua. Estará conformada por un sistema de bombas de 750 gpm @135 PSI, una de ellas eléctrica de 100 HP, y una a diésel de 148 HP, además de una bomba Jokey de 7.5 gpm @145 PSI en motor eléctrico de 2 HP. El abasto de diésel se hará desde un tanque de acero de 300 L de capacidad nominal.

#### *II.2.2.8. Polígono 8-A. Back of the house (BOH)*

Las obras denominadas Back Of the House se proyectan en una zona que actualmente se emplea como área de estacionamiento y patio de servicio, donde aún existen obras que serán demolidas al amparo de la resolución SGPA/DGIRA/DG/03552 de fecha 20 de julio de 2021, como las cámaras de almacenamiento de residuos, el edificio que aloja el almacén y la oficina de mantenimiento y que corresponde a una zona sin cobertura forestal, aunque con presencia aislada de árboles nativos, por lo que no requiere cambio de uso de suelo en terreno forestal.

Este polígono de aprovechamiento ocupará un área total de 1,495.95 m<sup>2</sup> y en él se levantarán tres nuevas edificaciones destinadas a la lavandería, sanitarios, vestidores y comedor de colaboradores cuya superficie techada será de 771.40 m<sup>2</sup>, así como un área de servicios de 14.37 m<sup>2</sup> para el almacenamiento temporal de residuos (Figura 17, Figura 18). Estas edificaciones serán de un solo nivel, realizadas con cimentaciones a base de zapatas, trabes y contratraves y elementos verticales estructurales de concreto, muros de block de concreto y losas de concreto. El comedor tendrá una capacidad para 96 comensales.

La lavandería contará con seis lavadoras, cinco secadoras y un mangle. Las lavadoras industriales (4) serán de la marca Unimac, con capacidad de lavado de 29.51 (2), 59.02 y 72.64 Kg por carga; en tanto que las dos lavadoras tipo doméstico serán de la marca Speed Queen con capacidad de lavado de 6.36 kg por carga. Las secadoras industriales (3) serán de la marca Unimac, con capacidad de secado de 34.05, 77.18 (2) kg por carga; en tanto que las secadoras de tipo doméstico serán de la marca Speed Queen con capacidad de secado de 6.36 kg por carga. El mangle será marca Chicago, modelo G0 20-120 F, con capacidad de 72.64 kg por carga.

Las áreas abiertas constarán de andadores, terrazas o patios y áreas ajardinadas que en conjunto ocuparán 710.18 m<sup>2</sup>. En las áreas verdes se emplearán preferentemente plantas de especies nativas.

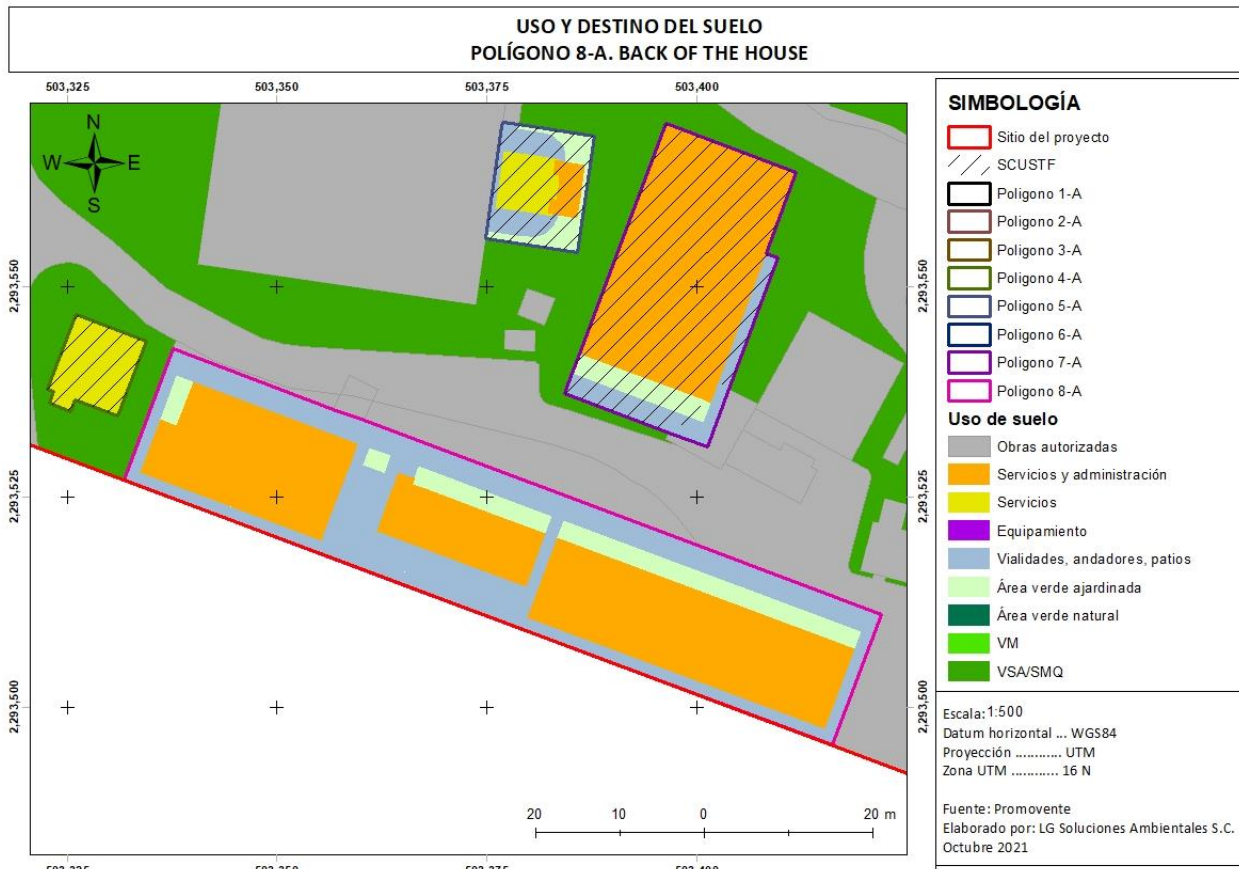


Figura 17. Uso de suelo y destino de suelo que se propone para el Polígono 8-A. Back Of the House. Fuente: Promovente.

Cuadro 13. Distribución de superficies del destino de suelo que se propone para el Polígono 8-A. Back Of the House. Fuente: Promovente.

Uso actual del suelo	Destino de suelo - Polígono 8-A	Superficie en m <sup>2</sup>
Vialidades, andadores, patios	Vialidades, andadores, patios	571.92
Vialidades, andadores, patios	Área verde ajardinada	138.26
Vialidades, andadores, patios	Servicios y administración	785.77
<b>Suma</b>		<b>1,495.95</b>

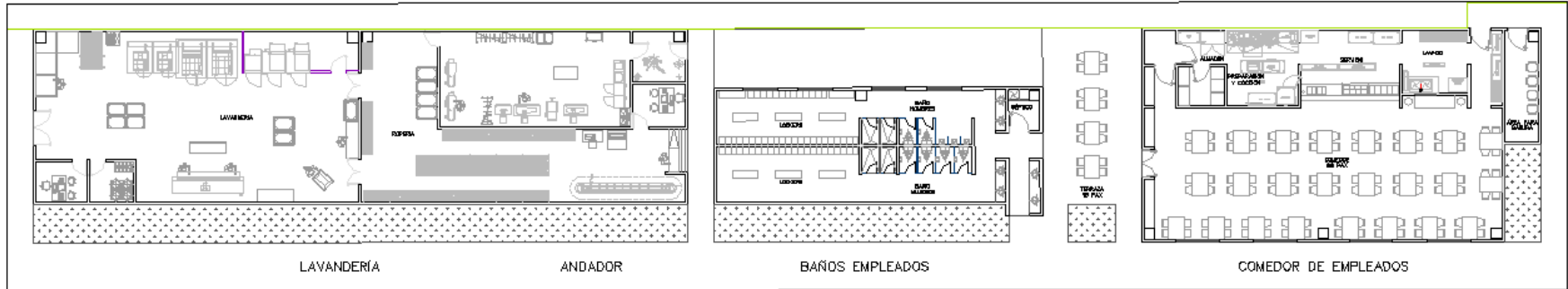


Figura 18. Distribución interna del Back Of the House que se propone. Fuente: Promovente.

En síntesis, la superficie total de aprovechamiento requerida para el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya es de 7,932.72 m<sup>2</sup>, de las cuales 2,704.10 m<sup>2</sup> corresponderán a obras cubiertas o techadas (1,389.12 m<sup>2</sup> corresponderán a losa maciza y el resto a palapas y techumbres de lámina); 1,495.55 m<sup>2</sup> a obras no techadas, 3,746.54 m<sup>2</sup> a vialidades, andadores o patios y 1,301.21 a áreas verdes naturales o ajardinadas. La superficie en la que se requiere ejecutar la remoción de vegetación es de 6,318.73 m<sup>2</sup>.

Cuadro 14. Superficies de aprovechamiento requeridas para la ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya desglosada por tipo de destino del suelo. Se indica la superficie que requiere remoción de vegetación forestal.

Polígono	Área total (m <sup>2</sup> )	Destino del suelo (m <sup>2</sup> )			Remoción (m <sup>2</sup> )	
		Obra techada	Obra no techada	Área verde		
1	Área de espera para proveedores	642.97	0.00	531.82	111.15	642.97
2	Bahía de acceso	334.43	0.00	252.14	82.29	237.68
3	Área de mantenimiento	3,584.12	44.23	3,402.53	137.36	3,584.12
4	Subestación	89.55	0.00	89.55	0.00	89.55
5	Servicios área de Tenis	154.00	20.94	92.01	41.05	154.00
6	Chef's Garden Experience	1,026.26	52.62	223.78	749.56	1,026.26
7	Edificio de servicios	605.44	485.56	78.34	41.54	584.15
8	Back of the house (BOH)	1,495.95	785.77	571.92	138.26	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>7,392.72</b>	<b>1,389.12</b>	<b>5,242.09</b>	<b>1,301.21</b>	<b>6,318.73</b>

En este contexto tras la ejecución del proyecto pretendido en el sitio del proyecto y tomando en cuenta las obras existentes autorizadas, se estará aprovechado un total de 33.64% del sitio del proyecto, según se desglosa en el Cuadro 15. Este porcentaje resulta de sumar el percentil de las áreas de aprovechamiento que ocupan las obras o instalaciones ejecutadas del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya (techadas<sup>6</sup>, no techadas y jardines) autorizadas en los términos resolutivo SGPA/DGIRA/DG/03552 de fecha 20 de julio de 2021, y las nuevas áreas de aprovechamiento que se someten a la valoración de la SEMARNAT, según se desglosa enseguida por uso de suelo destino, tipo de obra o instalación, indicando también la superficie de desplante en cada caso y el porcentaje que representa respecto del sitio del proyecto.

*Cuadro 15. Usos y destinos del suelo en el sitio del proyecto existente y propuestos tras la ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, desglosado por tipo de obra o instalación, indicando área actual y final en planta baja. Fuente: Elaboración propia a partir de la información proporcionada por el promovente.*

Uso del suelo	Destino del suelo (obra o instalación)	Superficie en m <sup>2</sup>			Porcentaje respecto al sitio del proyecto	
		Existente	Ampliación hotel			Final PB
			Reduce	Aumenta		
<b>Instalación techada</b>						
	15 Villas para hospedaje (73 hab)	3,581.85	0.00	0.00	3,581.85	3.12
	Alimentos y bebidas	1,808.40	0.00	0.00	1,808.40	1.57
	Servicios y administración	2,142.14	0.00	1,389.42	3,531.56	3.07
	<b>Subtotal</b>	<b>7,532.39</b>	<b>0.00</b>	<b>1,389.42</b>	<b>8,921.81</b>	<b>7.77</b>
<b>Instalación no techada</b>						
Turístico	Motor Lobby	30.50	0.00	0.00	30.50	0.03
	Servicios	2,289.38	21.29	1,478.46	3,746.55	3.26
	Equipamiento	1012.97	0.00	17.09	1,030.06	0.90
	Vialidades, andadores, patios	8,410.36	1,592.70	3,746.54	10,564.20	9.20
	<b>Subtotal</b>	<b>11,743.21</b>	<b>1,613.99</b>	<b>5,242.09</b>	<b>15,371.31</b>	<b>13.38</b>
<b>Áreas verdes y naturales</b>						
	Áreas verdes ajardinadas	13,156.15	0.00	1,192.92	14,349.07	12.49
Forestal	Áreas verdes naturales	80,721.41	6,318.73	108.29	74,110.96	64.53
	Playa natural	2,100.00	0.00	0.00	2,100.00	1.83
	<b>Subtotal</b>	<b>95,977.56</b>	<b>6,318.73</b>	<b>1,301.21</b>	<b>90,560.03</b>	<b>78.85</b>
<b>Total general</b>		<b>115,253.16</b>			<b>114,853.15</b>	<b>100.00</b>

<sup>6</sup> Incluye obras con techo de losa; excluye palapas y obras con techumbre de lámina o materiales removibles.

Adicionalmente a lo ya manifestado respecto de las nuevas obras que incluye el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, durante la etapa de construcción se proyecta sustituir la actual planta de tratamiento de aguas residuales por Biorreactores de Lecho Móvil o MBBR por sus siglas en inglés (Moving Bed Biofilm Reactor), obra que se asentará en el mismo espacio actualmente ocupado por la instalación existente por lo que esta acción no requiere incrementar la superficie de aprovechamiento ya manifestada.

La tecnología propuesta para el tratamiento de las aguas residuales ha sido probada a nivel mundial y se caracteriza por la capacidad de procesar más agua en menos espacio. El funcionamiento de la planta es automático, por lo que únicamente requiere de supervisión no especializada y el correspondiente mantenimiento periódico. La planta proyectada está diseñada para tratar hasta 2.14 litros por segundo (lps) y generar un efluente que cumpla con los límites máximos permisibles de contaminantes que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-003 SEMARNAT-1997, es decir, que permita el uso de las aguas tratadas para el riego de las áreas verdes principales del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

El proceso de tratamiento incluye tres etapas o fases (Figura 19). La primera etapa corresponde al tratamiento primario mediante el cual se lleva a cabo la remoción de sólidos primarios y secundarios mediante cribado grueso del influente a través de una rejilla y la igualación química e hidráulica del agua filtrada. De este proceso se generan lodos por sedimentación que se turnan a disposición<sup>7</sup> y agua clarificada que por gravedad fluye al sistema secundario de tratamiento.

El tratamiento secundario o fase 2 consiste en un proceso biológico aerobio que tiene lugar en dos torres en las que se inyecta oxígeno con ayuda de un soplador. En cada tanque se introduce un determinado número de empaques Bio-Cascada BC-300 de polipropileno reciclado con protección UV de gran dureza, poco peso y específicas para el tratamiento de aguas, que sirve como soporte para el crecimiento de los microorganismos. Este empaque provee una alta área superficial comparada con el volumen de la Biotorre (300 m<sup>2</sup> de superficie por m<sup>3</sup> con 95% de espacios vacíos) y suministra un pasaje uniforme del gas y el líquido en todas direcciones. Los microorganismos son retenidos en el empaque sin la necesidad rutinaria de reciclar lodos del efluente. La turbulencia generada por las burbujas de aire permite que los empaques BC-300 se encuentren en movimiento continuo junto con el líquido y que aumente la probabilidad de contacto entre los microorganismos adheridos a ellas y los contaminantes del agua residual. El residual proveniente de las Biotorres conteniendo biomasa acarreada de éstas fluye, también por gravedad, al separador de sólidos.

En la etapa 3 se lleva a cabo el tratamiento de sólidos y la desinfección del agua tratada. El agua residual proveniente de las biotorres, con biomasa acarreada fluye por gravedad a un separador de sólidos el cual utiliza módulos inclinados de placas corrugadas diseñados para maximizar la eficiencia. Dentro del separador, los sólidos sedimentables son removidos tras su sedimentación en el fondo de éste. Estos sólidos son periódica y automáticamente transferidos por una bomba operada por un *timer* al clarificador primario en donde pasan por un proceso de digestión anaerobia, esto además ayuda a reducir la frecuencia de la disposición final de lodo. El agua proveniente del clarificador secundario o separador de sólidos fluye por gravedad al tanque de desinfección. La desinfección del agua residual tratada se lleva a cabo mediante

---

<sup>7</sup> Los lodos generados podrán disponerse a través de recolectores autorizados por la autoridad estatal y/o municipal competente hacia plantas de tratamiento de agua residuales localizadas en Playa del Carmen, Solidaridad, Quintana Roo o, una vez que se demuestre que cumplen con los estándares de calidad que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 y se obtenga la "constancia de no peligrosidad de los mismos" en términos del trámite SEMARNAT-07-007, trasladarse a hacia sitios de tiro autorizados en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo o aprovecharse en el mismo predio, como abono.



el suministro de hipoclorito de calcio. Finalmente, del tanque de desinfección el agua se bombea a través de un filtro de grava y arena con la finalidad de remover los sólidos finos y huevos de helminto y luego se envía a la cisterna de riego.

**Diagrama de flujo de una planta de tratamiento BioNautilus)**

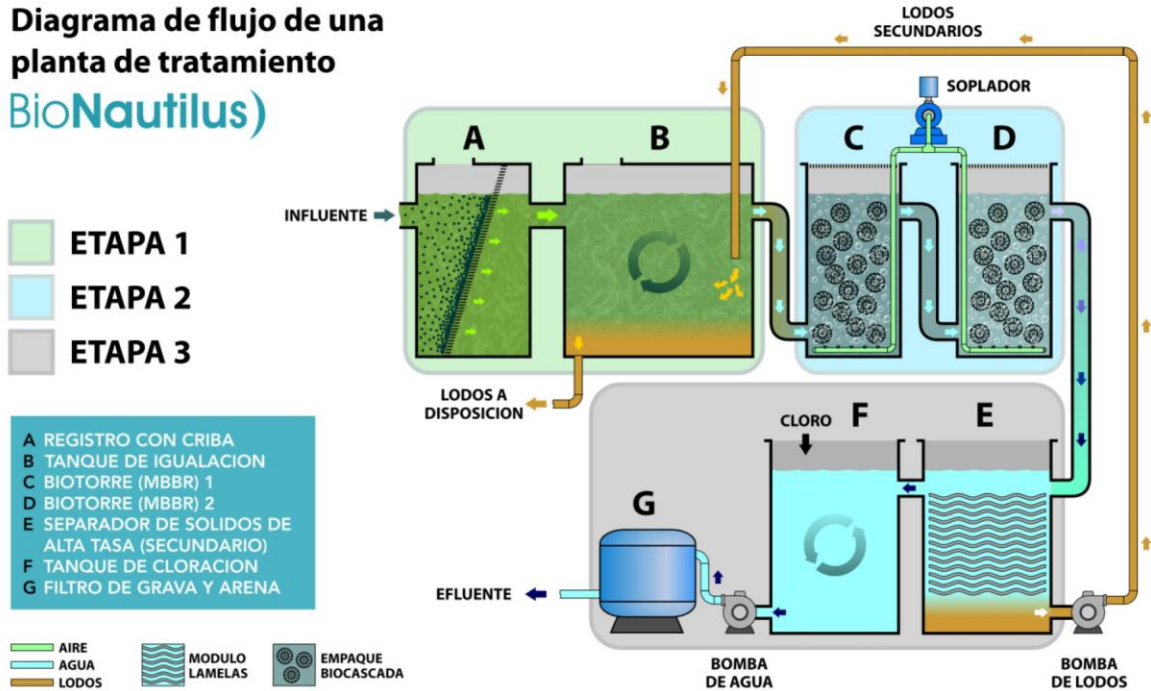


Figura 19. Diagrama de flujo de una planta de tratamiento de agua residuales BioNautilus como la propuesta para el hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. Fuente: Biotecnología Ambiental, S.A. de C.V.

El tratamiento para la desmineralización y potabilización de las aguas crudas es el de ósmosis inversa. Este proceso en el que la transferencia de masa de iones a través de la membrana está controlada por difusión proceso puede llevar a la remoción de sales, durezas, patógenos, turbidez, compuestos orgánicos sintéticos, pesticidas, y la mayoría de los contaminantes del agua potable conocidos hoy en día, dando lugar a aguas de rechazo o salmueras que se inyectan al lecho profundo sin comprometer la calidad del acuífero o de los seres vivos.

II.2.3 Representación gráfica regional

El sitio del proyecto se ubica dentro del municipio de Solidaridad en el estado de Quintana Roo, en la zona costera de la Península de Yucatán que colinda con el Mar Caribe, (Figura 2). De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), publicada en el DOF el 5 de junio de 2018 y la última reforma del 13 de abril de 2020, en el Capítulo I, artículo 7, inciso XVI, se define como “Cuenca hidrográfica” a la superficie geográfica delimitada por la parte más alta de las montañas a partir del cual fluyen las corrientes de agua, las cuales se unen y desembocan a una presa, lago o al mar. En este contexto, la primera entidad de evaluación corresponde a la Región Hidrológica (RH). Las regiones hidrológicas están definidas por la distribución natural de las aguas debido a la conformación del relieve, y se dividen en cuencas y estas a su

vez en subcuencas. Aunado a lo anterior, para cuestiones administrativas el territorio mexicano se *ha dividido en trece Regiones Hidrológico-Administrativas conformadas por agrupaciones de cuencas, los límites de las regiones respetan la división política municipal para facilitar la administración e integración de datos socioeconómicos*, bajo esta estructura el estado de Quintana Roo se encuentra dentro de la RHA XII Península de Yucatán (CONAGUA-SEMARNAT, 2016)<sup>8</sup>. De acuerdo con la Red Hidrográfica de INEGI el área de estudio de este proyecto forma parte de la Región Hidrológica 32, reconocida con el nombre de “Yucatán Norte” y la cuenca denominada 32A-Quintana Roo, misma que contiene la subcuenca 32Aa que ocupa 14,372.29 km<sup>2</sup> (Figura 20), y que abarca la totalidad del territorio municipal de Solidaridad. Sin embargo, la región de la subcuenca es demasiado extensa para desarrollar una real valoración del impacto ambiental que supone la ejecución del proyecto.

Otra forma de aproximarse al análisis del contexto ambiental y socioeconómico del sitio del proyecto, bajo un enfoque geográfico y administrativo, es tomando en cuenta la clasificación de territorio definida por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS). Con este enfoque el sitio del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 17 (UGA 17) que ocupa una superficie total de 2,922.96 hectáreas (29,229,600 m<sup>2</sup>), de las cuales el sitio del proyecto representa un 0.007%. Por tanto, la superficie total de la UGA 17 podría considerarse demasiado extensa para desarrollar un análisis real del proyecto en el sistema ambiental, sin embargo, toda vez que la delimitación de las unidades de gestión del POELMS toma en cuenta los sistemas ecológicos o naturales y los físicos particulares, así como las actividades económicas y los procesos sociales cercanos al sitio, se consideró adecuado utilizar los límites este y oeste de la UGA 17, para delimitar un sistema ambiental que permita tener una mejor representación del contexto ambiental y socioeconómico en el que se prevé el desarrollo del proyecto.

Por otra parte, para establecer el límite sur se consideró la exposición natural del litoral marino frente al sitio del proyecto, de lo anterior, el límite sur del sistema ambiental se localizó utilizando la delimitación de la UGA 17 desde el límite más al este de Punta Maroma en dirección noreste hasta topar con la Carretera Federal 307. Finalmente, para establecer el límite norte se consideró el límite de un área denominada como “Urbano construido” en el Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Conjunto Nacional, INEGI, así como la exposición natural del litoral marino frente al sitio del proyecto.

Así, la delimitación del sistema ambiental para el análisis del contexto ambiental y socioeconómico del sitio del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya corresponde al que se ilustra en la Figura 21.

*Cuadro 16. Coordenadas extremas del sistema ambiental para el análisis del contexto ambiental y socioeconómico sitio del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error ± 5.0 m.*

Vértice		Coordenadas	
		X	Y
1	Noroeste	504,017.18	2,294,442.94
2	Noreste	503,851.54	2,292,326.35
3	Sureste	201,584.40	2,293,434.09
4	Suroeste	502,813.48	2,295,129.76

<sup>8</sup> CONAGUA-SEMARNAT, 2016. Altas del Agua en México. México.

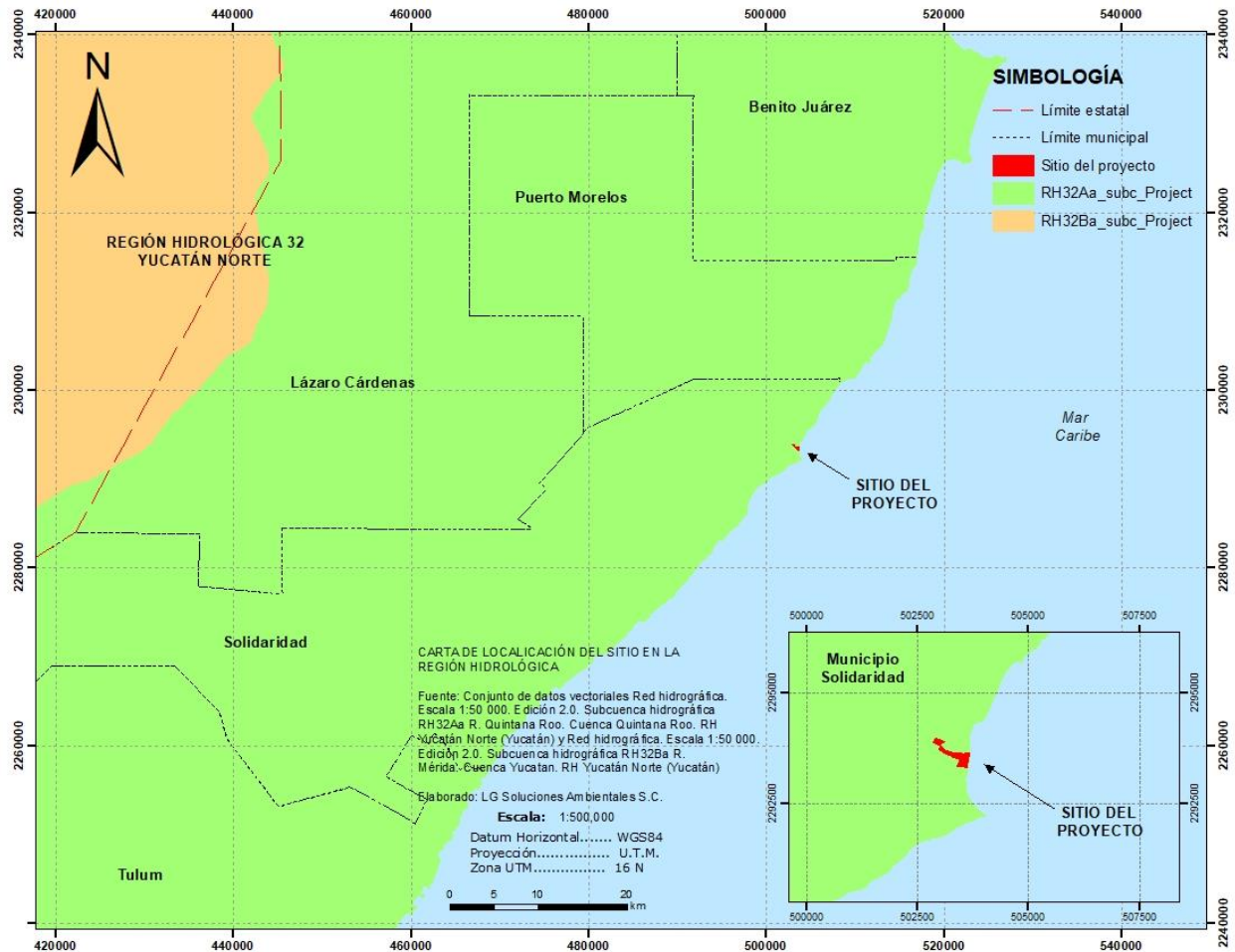


Figura 20. Localización del sitio del proyecto en el contexto de la Región hidrológica RH 32, Cuenca 32A-Quintana Roo, Subcuenca 32Aa.

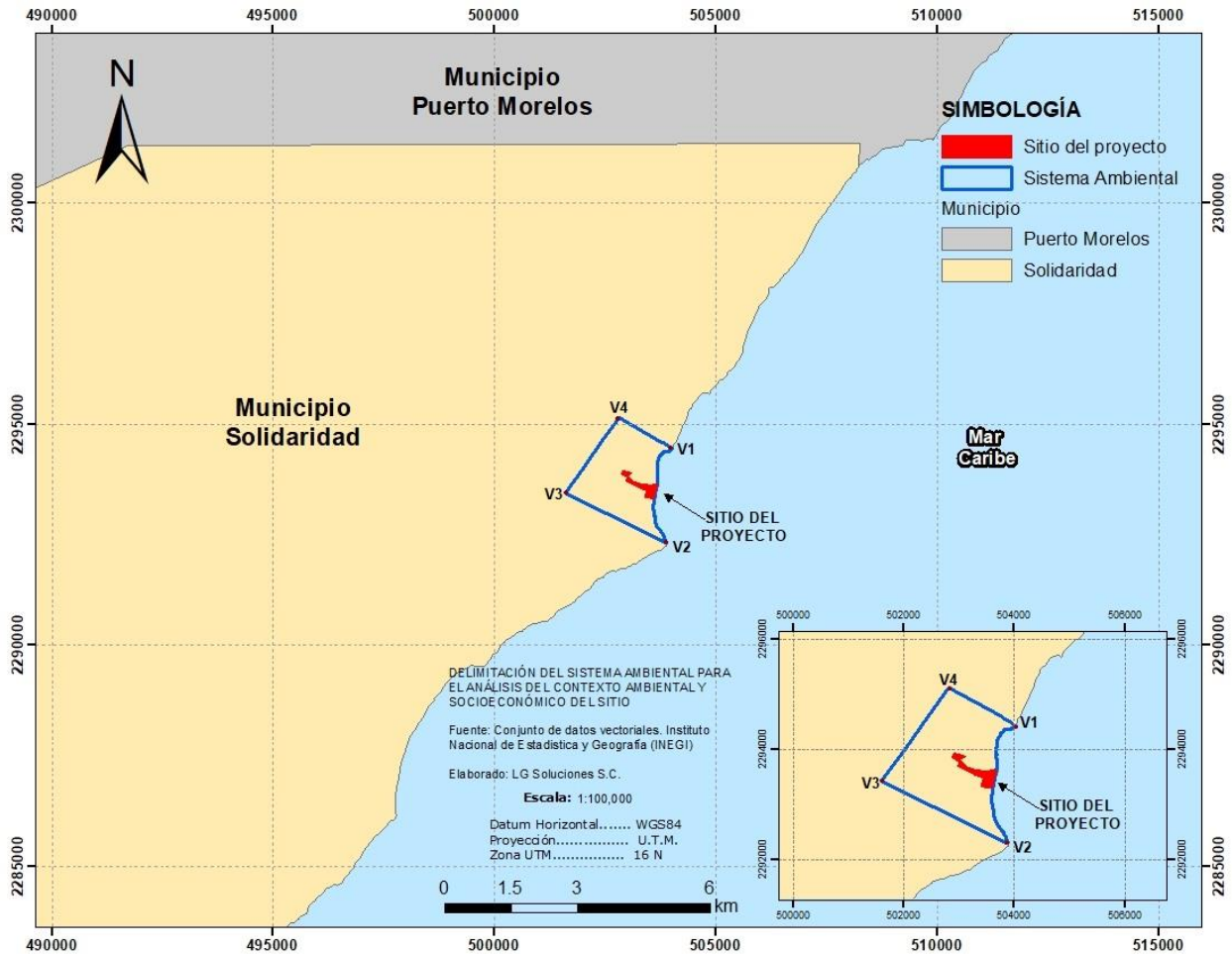


Figura 21. Delimitación del sistema ambiental para el análisis del contexto ambiental y socioeconómico del sitio en donde se prevé el desarrollo del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

#### II.2.4 Representación gráfica local

La superficie del sitio del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya es de 114,853.15 m<sup>2</sup> o 11.485 hectáreas. Sin embargo, la superficie de aprovechamiento para la ejecución de las obras y actividades proyectadas es de 7,932.72 m<sup>2</sup>, de las cuales solo 6,318.73 m<sup>2</sup> presentan vegetación forestal, por ello, redondeando, se solicita el cambio de uso del suelo de **6,319.00 m<sup>2</sup> o 0.632 hectáreas**, distribuidas en **ocho polígonos** cuya ubicación se observa en Figura 22, seguido de los datos geográficos de los vértices para cada polígono, proyectados en coordenadas Transversal Universal de Mercator (UTM) con Datum WGS 84 para la zona 16 Q – véase Cuadro 17 a Cuadro 24.

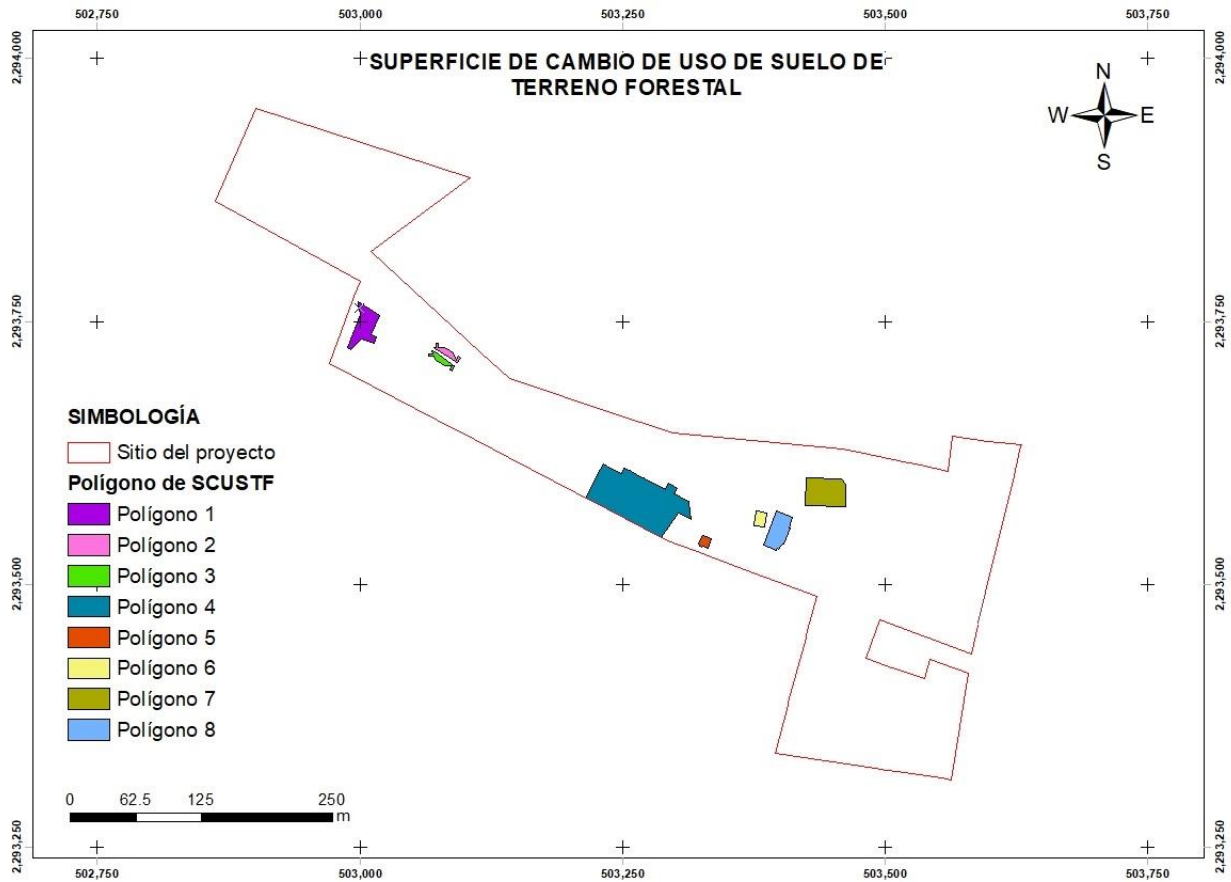


Figura 22. Plano georreferenciado del sitio del proyecto en el que se muestran los ocho polígonos para los cuales se solicita el cambio de uso del suelo. Fuente: Promovente.

Cuadro 17. Cuadro de construcción del polígono 1 para el que se solicita el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error  $\pm 5.0$  m. Área: 642.97 m<sup>2</sup>. Fuente: Promovente.

Polígono 1						
Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
1	2	S 22°25' 10" W	6.00	1	503,015.63	2,293,734.90
2	3	N 71° 50' 09" W	12.82	2	503,013.34	2,293,729.36
3	4	S 44° 12' 44" W	14.05	3	503,001.16	2,293,733.35
4	5	N 67° 34' 56" W	3.79	4	502,991.36	2,293,723.28
5	6	N 20° 41' 08" E	34.61	5	502,987.87	2,293,724.72
6	7	N 10° 06' 38" W	11.60	6	503,000.09	2,293,757.10
7	8	S 58° 45' 17" E	24.51	7	502,998.05	2,293,768.52
8	9	S 25° 36' 35" W	20.64	8	503,019.01	2,293,755.81
9	1	S 67° 34' 55" E	6.00	9	503,010.09	2,293,737.19

Cuadro 18. Cuadro de construcción del polígono 2 para el que se solicita el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error  $\pm 5.0$  m. Área: 119.24 m<sup>2</sup>. Fuente: Promovente.

Polígono 2						
Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
10	11	S 00° 00' 00" W	4.33	10	503,074.80	2,293,729.65
11	12	S 85° 08' 25" E	6.30	11	503,074.80	2,293,725.33
12	13	S 56° 33' 18" E	8.64	12	503,081.08	2,293,724.79
13	14	S 26° 07' 02" E	7.60	13	503,088.29	2,293,720.03
14	15	N 33° 26' 45" E	4.05	14	503,091.63	2,293,713.21
15	16	S 56° 33' 23" E	2.00	15	503,093.86	2,293,716.59
16	17	S 33° 31' 16" W	5.43	16	503,095.53	2,293,715.49
17	18	N 64° 45' 20" W	0.51	17	503,092.53	2,293,710.96
18	19	N 56° 33' 15" W	1.99	18	503,092.08	2,293,711.18
19	20	N 57° 13' 42" W	20.41	19	503,090.42	2,293,712.27
20	21	N 71° 34' 32" W	0.17	20	503,073.26	2,293,723.32
21	22	N 61° 31' 24" W	0.17	21	503,073.09	2,293,723.38
22	23	N 56° 33' 19" W	3.17	22	503,072.94	2,293,723.46
23	24	N 34° 11' 59" E	0.57	23	503,070.29	2,293,725.21
24	25	S 85° 08' 26" E	1.54	24	503,070.61	2,293,725.68
25	26	N 00° 00' 00" E	4.10	25	503,072.15	2,293,725.55
26	10	N 90° 00' 00" E	2.66	26	503,072.15	2,293,729.65

Cuadro 19. Cuadro de construcción del polígono 3 para el que se solicita el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error  $\pm 5.0$  m. Área: 118.28 m<sup>2</sup>. Fuente: Promovente.

Polígono 3						
Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
27	28	S 33°25' 55" W	5.49	27	503,090.29	2,293,707.55
28	29	N 56°33' 14" W	2.00	28	503,087.27	2,293,702.97
29	30	N 33°26' 42" E	4.05	29	503,085.60	2,293,704.07
30	31	N 86°58' 04" W	7.60	30	503,087.83	2,293,707.45
31	32	N 56°33' 19" W	8.64	31	503,080.24	2,293,707.85
32	33	N 28°05' 09" W	5.54	32	503,073.04	2,293,712.61
33	34	S 90°00' 00" W	5.13	33	503,070.43	2,293,717.50
34	35	N 00°00' 00" E	2.09	34	503,065.30	2,293,717.50
35	36	N 90°00' 00" E	4.01	35	503,065.30	2,293,719.59
36	37	N 28°05' 06" W	2.65	36	503,069.31	2,293,719.59
37	38	N 34°12' 20" E	0.61	37	503,068.06	2,293,721.93

Polígono 3						
Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
38	39	S 55°41' 10" E	23.81	38	503,068.41	2,293,722.44
39	40	S 61°03' 58" E	0.16	39	503,088.07	2,293,709.01
40	41	S 56°33' 23" E	2.00	40	503,088.21	2,293,708.94
41	27	S 55°01' 47" E	0.50	41	503,089.88	2,293,707.83

Cuadro 20. Cuadro de construcción del polígono 4 para el que se solicita el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error  $\pm 5.0$  m. Área: 3,584.12 m<sup>2</sup>. Fuente: Promovente.

Polígono 4						
Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
42	43	S 62°45' 16" E	19.38	42	503,231.78	2,293,614.01
43	44	N 27°15' 58" E	5.90	43	503,249.01	2,293,605.14
44	45	S 62°43' 56" E	44.07	44	503,251.71	2,293,610.39
45	46	N 27°15' 42" E	6.50	45	503,290.89	2,293,590.20
46	47	S 62°44' 19" E	9.53	46	503,293.86	2,293,595.98
47	48	S 27°15' 43" W	6.50	47	503,302.34	2,293,591.61
48	49	S 62°44' 04" E	15.37	48	503,299.36	2,293,585.83
49	50	S 07°52' 22" E	17.56	49	503,313.02	2,293,578.79
50	51	N 60°41' 00" W	13.77	50	503,315.43	2,293,561.39
51	52	S 34°52' 30" W	28.70	51	503,303.42	2,293,568.14
52	53	N 62°25' 40" W	81.02	52	503,287.01	2,293,544.59
53	42	N 27°27' 28" E	35.98	53	503,215.19	2,293,582.09

Cuadro 21. Cuadro de construcción del polígono 5 para el que se solicita el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error  $\pm 5.0$  m. Área: 89.55 m<sup>2</sup>. Fuente: Promovente.

Polígono 5						
Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
54	55	S 20°47' 39" W	9.50	54	503,334.43	2,293,543.55
55	56	N 69°12' 23" W	5.44	55	503,331.05	2,293,534.67
56	57	S 20°47' 36" W	1.50	56	503,325.97	2,293,536.60
57	58	N 69°12' 18" W	2.70	57	503,325.44	2,293,535.20
58	59	N 20°47' 36" E	1.50	58	503,322.91	2,293,536.16
59	60	N 69°12' 16" W	0.86	59	503,323.44	2,293,537.56
60	61	N 20°47' 39" E	9.50	60	503,322.64	2,293,537.86
61	54	S 69°12' 21" E	9.00	61	503,326.01	2,293,546.75

Cuadro 22. Cuadro de construcción del polígono 6 para el que se solicita el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error  $\pm 5.0$  m. Área: 154.00 m<sup>2</sup>.  
 Fuente: Promovente.

Polígono 6						
Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
62	63	S 08°15' 26" W	14.00	62	503,387.72	2,293,567.93
63	64	N 81°19' 33" W	11.00	63	503,385.71	2,293,554.07
64	65	N 08°15' 25" E	14.00	64	503,374.84	2,293,555.73
65	62	S 81°19' 51" E	11.00	65	503,376.85	2,293,569.59

Cuadro 23. Cuadro de construcción del polígono 7 para el que se solicita el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error  $\pm 5.0$  m. Área: 1,026.26 m<sup>2</sup>.  
 Fuente: Promovente.

Polígono 7						
Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
66	67	S 01°09' 11" E	21.25	66	503,462.57	2,293,594.70
67	68	N 88°21' 28" W	39.06	67	503,463.00	2,293,573.46
68	69	N 01°52' 48" E	27.06	68	503,423.96	2,293,574.58
69	70	S 88°20' 14" E	33.80	69	503,424.85	2,293,601.63
70	66	S 33°33' 07" E	7.13	70	503,458.63	2,293,600.65

Cuadro 24. Cuadro de construcción del polígono 8 para el que se solicita el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error  $\pm 5.0$  m. Área: 584.15 m<sup>2</sup>.  
 Fuente: Promovente.

Polígono 8						
Lado		Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
71	72	N 62°05' 33" W	1.79	71	503,403.75	2,293,537.84
72	73	S 32°13' 45" W	6.49	72	503,402.16	2,293,538.68
73	74	N 59°35' 30" W	1.54	73	503,398.70	2,293,533.18
74	75	S 28°28' 08" W	1.50	74	503,397.37	2,293,533.96
75	76	N 69°30' 21" W	13.27	75	503,396.66	2,293,532.64
76	77	N 20°29' 43" E	34.31	76	503,384.23	2,293,537.29
77	78	S 69°30' 23" E	16.60	77	503,396.24	2,293,569.43
78	79	S 20°29' 33" W	10.30	78	503,411.79	2,293,563.62
79	80	S 69°27' 02" E	1.50	79	503,408.18	2,293,553.97
80	71	S 20°31' 36" W	16.66	80	503,409.59	2,293,553.44



## II.2.5 Preparación el sitio y construcción

De acuerdo con las características actuales del terreno y el diseño constructivo previsto, se requiere realizar obras de preparación del sitio con la finalidad de que se cuente con condiciones ideales para la ejecución del proyecto, mismas que estarán destinadas a aumentar su eficiencia y a reducir los impactos sobre el ambiente natural, lo cual se realizará de la siguiente forma:

1. Una cuadrilla de topógrafos, con base en la autorización que se obtenga, levantará en el sitio del proyecto el perímetro de cada una de las áreas de aprovechamiento y el límite de la vegetación natural que se conservará y las delinearán con balizas y cinta.
2. Una cuadrilla de peones, supervisados por un ingeniero, colocará una línea de malla de alambre a lo largo de las áreas delimitadas, dejando únicamente un acceso, por donde se harán todos los ingresos y salidas en cada polígono de aprovechamiento.
3. Una vez efectuadas estas acciones, se llevará a cabo el rescate de la vegetación que se ubique en las áreas de aprovechamiento y se trasladará al vivero dentro del mismo sitio del proyecto para su cuidado. Esta actividad se hará con una cuadrilla de jardineros, supervisados por un biólogo o ingeniero forestal, con base en el Programa de rescate y reubicación de flora adjunto.
4. Simultáneamente con el rescate de flora se llevará a cabo el ahuyentamiento de la fauna silvestre en las áreas de aprovechamiento utilizando técnicas de bajo impacto para la fauna (v. gr. ruido, movimiento), impulsándola hacia las áreas naturales dentro del sitio del proyecto o aledañas a este. Esto se hará con base en el Programa de preservación de fauna silvestre adjunto, con la coordinación de un biólogo o ingeniero forestal.
5. Para concluir la preparación del terreno se colocarán el letrero de obra, los sanitarios portátiles (1 por cada 15 trabajadores), una estación de agua potable con sombra y espacio para el consumo de alimentos previamente preparados, los contenedores de residuos sólidos y de residuos peligrosos y un almacén de obra. Para el almacenamiento temporal de los residuos de obra que se generen se utilizará un área de acopio localizada en el actual estacionamiento de proveedores del hotel, en tanto que los residuos valorizables se trasladarán al almacén de residuos del hotel trasladándolos diariamente al final de la jornada laboral. El desalojo de aguas residuales estará a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, que prestará el servicio de limpieza con frecuencia mínima de cada 48 horas.
6. La remoción de la vegetación se hará de manera direccionada, es decir, del perímetro hacia el centro con propósito de no afectar la vegetación circundante. Para esta actividad se hará uso de un tractor tipo Bulldozer D10 y se utilizarán motosierras para el corte de los residuos vegetales al tamaño adecuado para su acarreo. Los residuos maderables se trasladarán al patio de maniobras para proceder a su picado fino mediante una chipeadora que para el efecto se arrendará; mientras que los residuos no maderables se trasladarán a un sitio de tiro autorizado por el Ayuntamiento de Solidaridad para su disposición final.
7. Una vez desmontado el terreno se procederá al despalme. Los residuos del despalme se cribarán para recuperar la tierra vegetal y la porción no útil se trasladará a un sitio de tiro autorizado por el Ayuntamiento de Solidaridad para su disposición final. Para levantar el material se prevé el uso de una "mano de chango". El acarreo será en camiones de volteo de 7 m<sup>3</sup> de capacidad.
8. Terminados los trabajos de aclareo y limpieza, se procederá al relleno de las áreas de aprovechamiento utilizando material inerte de banco (sascab) y a su compactación según necesidades de proyecto. Para

esta actividad se empleará un tractor tipo Bulldozer D10 y una aplanadora con rodillo para las áreas más amplias y vibro compactador para las más estrechas, con objeto de extender y compactar el material hasta alcanzar la altura y grado de compactación requeridos por diseño. Para esta actividad se ocupará agua que se llevará en pipas de 10 m<sup>3</sup> de capacidad y se extenderá sobre el terreno utilizando mangueras. El acarreo de material de relleno será en camiones de volteo de 7 m<sup>3</sup> de capacidad. Los recursos pétreos se obtendrán de bancos de material autorizado presentes en la región.

Una vez ejecutadas las acciones preparatorias se iniciarán las actividades de construcción de las obras e instalaciones que incluye el proyecto, mismas que se ejecutarán según el cronograma de obra que se muestra en el Cuadro 1. Todos los insumos de obra requeridos procederán de proveedores y comercios especializados que cuenten con las debidas autorizaciones seleccionando primeramente aquellos ubicados en el ámbito regional.

Esta fase incluye las siguientes actividades generales de construcción: estructura, albañilería, ingenierías, acabados, obra exterior, limpieza y trabajos de jardinería en áreas verdes, mismas que se realizarán de la siguiente forma:

1. Estructura. Los trabajos estructurales incluyen la conformación de los cimientos de las distintas edificaciones proyectadas. En general la cimentación será somera, con zapatas corridas para muros, zapatas aisladas en casetas y otros elementos relativamente pequeños y losas de cimentación para recibir las edificaciones mayores, las que además contarán con zapatas aisladas según necesidades de carga. Se empleará varilla corrugada grado 60, diámetros del 3/8" a 1" y concreto con resistencia de fluencia  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  para dar rigidez y soporte.

Para las columnas y trabes se usará varilla corrugada grado 60, diámetro de 3/8", utilizando cajones de madera para cimbra y una vez armada la estructura se procederá al colado con concreto con resistencia de compresión  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , el cual se vaciará utilizando mangueras, un carro bomba y camión revolvedora con concreto premezclado. Tras fraguar el concreto se procederá al retiro de los cajones de madera.

Las losas se armarán con vigueta y bovedilla. Sobre la estructura se colará la capa de compresión de 5 a 7.5 cm de espesor con resistencia a compresión  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ . El concreto se vaciará utilizando mangueras, un carro bomba y camión revolvedora con concreto premezclado.

Para estas actividades se empleará de uno a tres maestros albañiles, de 10 a 30 albañiles y de 5 a 15 peones dependiendo del área a intervenir. La supervisión de los trabajos estará a cargo del ingeniero de obra. También se ocupará una cuadrilla de topógrafos. Los materiales de obra se resguardarán temporalmente en un área sin vegetación dentro del sitio del proyecto.

2. Albañilería. Para conformar los distintos espacios internos de los edificios proyectados se emplearán elementos de concreto reforzado con resistencia a compresión  $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$  y muros de block de concreto dejando los espacios para puertas y ventanas e instalaciones según diseño. Tras colocar los ductos para la instalación eléctrica, hidráulica y sanitaria se dará acabado a los muros con masilla en sus dos caras. En las edificaciones destinadas al uso de colaboradores o huéspedes los espacios internos se revestirán con mosaico en pared y piso, según diseño.

Para esta actividad se empleará de uno a tres maestros albañiles, de 10 a 30 albañiles y de 5 a 15 peones dependiendo del área a intervenir. La supervisión de los trabajos estará a cargo del ingeniero de obra. Los materiales de obra se resguardarán temporalmente en el área sin vegetación dentro del sitio del proyecto.

3. Ingenierías. Estas actividades incluyen la instalación de las redes eléctrica, hidráulica, sanitaria, voz y datos, de gas LP, aire acondicionado y las necesarias para la instalación de la planta desaladora, contra incendio, calentadores, planta de tratamiento de aguas residuales, bombeo, cocinas y cámaras frías. Cada instalación estará a cargo de personal de empresas subcontratadas *exprofeso*, bajo la supervisión del ingeniero de obra. Se emplearán ductos de PVC, cobre y otros materiales de dimensiones variables, según diseño. Los materiales de obra se resguardarán temporalmente en el área sin vegetación dentro del sitio del proyecto.
4. Acabados. Entre los acabados se incluyen los trabajos de conformación de palapas, techumbres de lámina, herrería, pintura, colocación de puertas y ventanas, revestimiento de muros de vista, entre otros.

Las palapas se construirán de acuerdo con la técnica y estilo de la región. La estructura estará soportada por columnas de madera de 45 a 60" de diámetro y 3 m de altura en promedio, fijadas con anillos de acero soldados a la estructura de cimentación. La estructura o armazón del techo se realizará a base de vigas y travesaños de madera dura de la región, de longitudes variables dependiendo de las dimensiones, según diseño; y tendrán un ancho de 20 cm y 2" de grosor. Toda la estructura de madera estará sujeta con espárragos de acero inoxidable de 3/8". A esta estructura principal se adicionará una estructura secundaria utilizando palizada de 1 a 1.5 pulgadas, para finalmente instalar la cubierta a base de hojas de palma o rollos de zacate. Las conexiones entre los elementos principales se realizarán por medio de espárragos roscados y tuercas estructurales, para los elementos secundarios y rollizos se utilizarán clavos para madera, y para amarrar las hojas de palma o rollos de zacate se utilizará alambre y cuerda siguiendo el procedimiento constructivo tradicional de la zona. Finalmente, toda la estructura llevará red de refuerzo para mitigar el efecto del viento.

Para esta actividad se contratará una cuadrilla de palaperos conformada por un maestro palapero y al menos seis ayudantes. La supervisión de los trabajos estará a cargo del ingeniero de obra. La madera dura se adquirirá en alguno de los puntos de venta autorizados en Quintana Roo.

5. Mobiliario y equipamiento. Esta actividad consiste en la colocación del mobiliario y equipo en las áreas internas correspondientes. Se instalan luminarias y lámparas; contactos y apagadores; equipo de aire acondicionado; extractores; sensores de humos y de alerta que forman parte del sistema contra incendio; señalética en materia de protección civil; se colocan escritorios, sillas, mobiliario y equipo de cocina; contenedores de residuos; se instala la planta desaladora; la planta del sistema contra incendio; se conecta la instalación de gas LP; etcétera.
6. Obra exterior. La obra exterior implica la conformación de andadores y caminamientos, así como la instalación de luminarias y señalética. Incluye trabajos de albañilería, pintura e ingenierías.
7. Jardinería. Los trabajos de jardinería tienen la función de ornamentar los espacios de obra civil creados, así como de disimular la infraestructura operativa y mejorar la calidad visual del inmueble. Se anticipa el uso de vegetación de ornato compuesta de especies nativas y exóticas -ninguna de las cuales corresponderá a las señales por la CONABIO como especies exóticas invasoras-, semejantes a las presentes actualmente en el hotel Maroma.
8. Limpieza de obra. Durante todo el proceso constructivo se llevarán a cabo faenas de limpieza para procurar la menor afectación al suelo y a la vegetación circundante. Al concluir los trabajos de obra civil, acabados y equipamiento se retiran las obras provisionales (tapial, estación de agua potable con sombra y espacio de consumo de alimentos, almacén de obra, etc.), así como los sanitarios portátiles, contenedores de residuos sólidos y de residuos peligrosos. Por último, se llevará a cabo una limpieza

profunda de las áreas de trabajo y de los espacios ocupados temporalmente para el resguardo de materiales de obra y de uso de los trabajadores.

9. Trabajos de restauración. Se llevará a cabo la ejecución del Programa de restauración adjunto, en cuyos lineamientos se establece como acción prioritaria la reforestación de 1,130 m<sup>2</sup> de áreas sin cobertura vegetal dentro de los espacios de aprovechamiento, para dar continuidad a la vegetación original fuera de los sitios específicos intervenidos (polígonos), pero que con propósito de contribuir a la conservación de la calidad ambiental del sitio del proyecto.

Para esta actividad se utilizarán las plantas previamente rescatadas en el área de aprovechamiento. Los trabajos estarán a cargo de una cuadrilla de cuatro técnicos bajo la coordinación de un biólogo o de un ingeniero forestal.

#### II.2.6 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Las obras y actividades provisionales del proyecto incluyen la instalación de sanitarios portátiles en proporción 1 por cada 15 trabajadores, una estación de agua potable con sombra y un espacio de consumo de alimentos previamente preparados, contenedores de residuos sólidos y residuos peligrosos y un almacén de obra. También se considera una obra y actividad provisional la colocación de una línea de malla de alambre en el perímetro de las áreas de aprovechamiento una vez que hayan sido delimitadas por los topógrafos.

#### II.2.7 Descripción de obras asociadas al proyecto

Las obras asociadas al proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya corresponden a las obras existentes en la actualidad que corresponden a 15 edificaciones que incluyen casas y villas turísticas con un total de 73 habitaciones, dos restaurantes, un bar y servicio de minibar, diversas áreas recreativas y de uso común para sus huéspedes que incluyen un lobby, cuatro albercas, un spa con 10 cabinas, dos canchas de tenis, un gimnasio, un temazcal, un teatro y salón de eventos para 50 personas, una palapa cultural, un vivero, una boutique, una terraza frente al mar, pasillos y andadores, estacionamiento de huéspedes, sanitarios en áreas comunes, área de playa, marina y grandes extensiones de áreas verdes, tanto ajardinadas como con cobertura natural. Además, existen obras de equipamiento e infraestructura como oficina de la dirección; oficina de contraloría, administración y contabilidad; oficina, almacén y talleres de mantenimiento; oficina y almacén de ama de llaves; oficina y bodega de áreas públicas; cuarto de sistemas; oficina del chef y cocina central; comedor de colaboradores con cocina; dos casetas de seguridad; almacén general de insumos y oficina de compras y almacén; oficina y sala de capacitación; cuartos de máquinas; lavandería; planta de osmosis inversa y red de distribución de agua potable; planta de tratamiento de aguas residuales y red hidrosanitaria; área de tanques de gas LP y red de distribución de gas LP; almacén de combustible; plantas de emergencia; sistema contra incendio; infraestructura eléctrica, de voz y datos, área de acopio de residuos sólidos y de manejo especial; almacén temporal de residuos peligrosos; cocina, comedor, sanitarios y vestidores para colaboradores; patio de servicios, vialidad interna, caminos y estacionamiento de proveedores y colaboradores. Sin embargo, varias de las edificaciones existentes se encuentran en proceso de demolición o adecuación con sustento en la resolución SGPA/DGIRA/DG/03552 de fecha 20 de julio de 2021.

#### II.2.8 Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), las materias primas forestales *son los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación* (Capítulo I, artículo 7, inciso XXXVII).

Este apartado del documento tiene como propósito determinar el volumen en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) por especie y por sitio de las materias primas que se puedan extraer por la eliminación de la vegetación forestal de un área como consecuencia del cambio de uso de suelo. A continuación, se describe la metodología que se aplicó en el área de estudio para la estimación del volumen.

#### II.2.9 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso de suelo

La recopilación de datos de campo para el inventario forestal se realizó con base en un análisis preliminar de las condiciones ambientales del sitio del proyecto. Con apoyo de un plano topográfico del predio representado sobre una imagen aérea se ubicó la superficie del sitio que se somete a evaluación, se identificaron los vértices de las mojoneras y los accesos al predio. Una vez corroborados dichos datos, se procedió a identificar el tipo de vegetación presente en el sitio, así como las condiciones en las que se encuentra el predio, mediante un extenso recorrido de campo a través de las brechas de campo y deslinde de propiedad.

La vegetación de la zona fue tipificada de acuerdo con criterios fisonómicos, usando como referencia el Diccionario de Datos de Uso del Suelo y Vegetación de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). A partir del análisis, se determinó que la vegetación predominante en el sitio del proyecto corresponde a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ). La caracterización se llevó a cabo con base en un inventario forestal, los sitios de muestreo se distribuyeron dentro de los polígonos de aprovechamiento con un sistema de muestreo de tipo sistemático para una mejor distribución de las unidades de muestreo en campo y con una intensidad de muestreo del 15.82% respecto a la superficie de cambio de uso del suelo; se llevó a cabo el registro de cada uno de los individuos independientemente de sus características ya sean blandas, duras tropicales, comunes tropicales o si se encontraron dobladas, torcidos, deformes, quebradas entre otras. La distancia entre cada unidad de muestreo dependió de la conformación de cada polígono de aprovechamiento.

Posteriormente, se realizó el registro dasométrico de la vegetación para obtener los volúmenes totales de los individuos de flora, por especie, que se alterarán por las actividades de desarrollo del proyecto por su presencia en la superficie de cambio de uso de suelo forestal. El trabajo para levantar la información en campo se realizó en cinco visitas continuas a las áreas del proyecto en estudio, con apoyo de una brigada de cuatro personas (el levantamiento forestal se realizó en el mes de septiembre de 2021).

#### II.2.10 Diseño el inventario forestal

Con el objeto de obtener datos representativos de las áreas en donde se pretende remover la vegetación forestal la generación de las unidades de muestreo se determinó con base en los siguientes parámetros:

<b>Datos para el inventario forestal</b>	
<i>Superficie de CUSTF</i>	6,319.00 m <sup>2</sup>
<i>Superficie de muestreo en el área de CUSTF</i>	1,000 m <sup>2</sup>
<i>Intensidad de muestreo:</i>	15.82%
<i>Tipo de unidad:</i>	Sitio cuadrado
<i>Número de las unidades de muestreo:</i>	10
<i>Tamaño de la unidad de muestreo para el grupo arbóreo:</i>	100 m <sup>2</sup>
<i>Longitud de la unidad de muestreo para el grupo arbóreo:</i>	10 m ancho y 10 m largo
<i>Tamaño de la unidad de muestreo para el grupo arbustivo:</i>	25 m <sup>2</sup>
<i>Longitud de la unidad de muestreo para el grupo arbustivo:</i>	5 m ancho y 5 m largo

Una vez determinado el número de unidades de muestreo y su distribución sistemática en el plano, se obtuvieron las coordenadas UTM del punto central de cada unidad de muestreo (Cuadro 25).

*Cuadro 25. Ubicación de los sitios de muestreo. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error ± 5.0 m.*

<b>Número sitio</b>	<b>Coordenadas UTM, (Datum WGS-84 16Q)</b>	
	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	503,010	2,293,748
2	503,002	2,293,737
3	503,242	2,293,599
4	503,268	2,293,588
5	503,287	2,293,577
6	503,383	2,293,564
7	503,405	2,293,558
8	503,400	2,293,551
9	503,432	2,293,594
10	503,445	2,293,587

En campo, con el apoyo del plano generado en gabinete, las coordenadas de los sitios y un GPS, se ubicaron los puntos centrales para cada sitio de muestreo (Figura 23). Una vez marcadas las unidades se procedió a la delimitación de los sitios para dar paso al inventario y el registro de los individuos existentes.



Figura 23. Localización espacial de las unidades de muestreo utilizadas para el inventario forestal en el sitio del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

### II.2.11 Esquema de los sitios de muestreo

La colecta de datos para el inventario forestal de este predio consistió en la revisión de estudios relativos, la recopilación de información técnica y cartográfica del INEGI, recorridos de campo y el muestreo de la vegetación forestal realizado mediante un método con área a través del establecimiento de 10 sitios de muestreo distribuidos en las áreas aprovechar con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, donde se ha propuesto el desplante del proyecto.

Para la cuantificación de los individuos que forman el estrato arbóreo se emplearon unidades de muestreo de forma cuadrangular de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m), en donde se llevó a cabo el registro de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo o fuste igual o mayor a 10 cm, medido a 1.30 metros del suelo (DAP o DN). Cada individuo se marcó con numeración consecutiva, obteniendo el registro de la clave o nombre común de la especie y el diámetro del tallo o fuste y, sin importar si se encontraban deformes, torcidos o inclinados, se tomó la altura total de todos los individuos.

En la unidad de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) se desarrolló el mismo procedimiento ya descrito en el párrafo anterior, pero contabilizando a todos los individuos entre 3.00 y 9.90 cm de diámetro. Se registró así el número de individuos juveniles, la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo y la altura total.

Para llevar el registro y control de los individuos presentes en los sitios de muestreo, se procedió a marcar los árboles con pintura en aerosol y marcador permanente y, posteriormente, a capturar los datos en una libreta de campo.

Para la realización de la toma de datos se utilizó el siguiente equipo y materiales:

- Cinta diamétrica
- Vernier
- Geoposicionador satelital Marca Garmin
- Cámara fotográfica digital
- Cinta métrica de 30 metros
- Cinta flagging
- Pintura en aerosol color fluorescente
- Libreta de campo
- Lápices de grafito
- Marcadores permanentes
- Machete

Para llevar un orden sistemático en el levantamiento de datos, se inició la cuenta con dirección norte, tomando la dirección de una esquina, y se continuó en el sentido de las manecillas del reloj. En la siguiente figura se esquematiza el tipo de muestreo realizado.

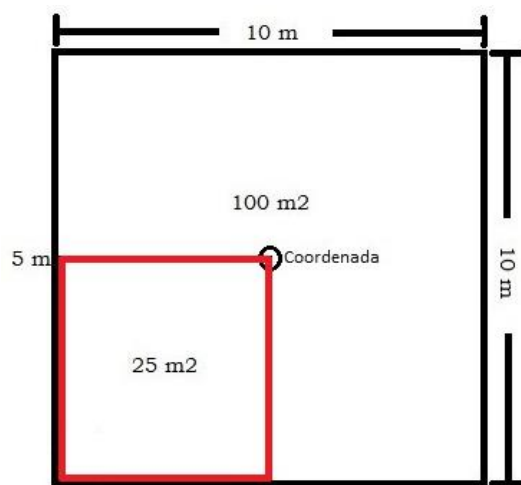


Figura 24. Esquema de las unidades cuadradas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base. El tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad de  $100 \text{ m}^2$ , con subunidades de  $25 \text{ m}^2$ .

#### II.2.12 Tamaño de muestra

Dada la homogeneidad de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en las áreas para las que se solicita el cambio de uso de suelo, la generación de sesgo por fuentes de variación se considera mínima.

Para determinar el número de sitios suficientes y confiables para la estimación de los parámetros dasométricos, se realizó un muestreo preliminar de seis sitios. A partir de dicha muestra se determinó que



el número de sitios confiables y suficiente para la superficie de cambio de uso de suelo fue de ocho unidades como queda desglosado en el Cuadro 26, no obstante, se realizaron 10 sitios. Por tanto, se consideran confiables los datos dasométricos, tales como el número de individuos, área basal y el volumen total árbol estimado para el sitio de estudio.

Para determinar la cantidad de muestra que se considere suficiente y estadísticamente confiable se realizó la estimación conforme la siguiente ecuación.

$$n = \frac{Za^2 \times CV^2}{e^2}$$

En donde:

n = cantidad de muestra

Za = n-1 Confiabilidad del 95%

CV = Coeficiente de variación

e = Error de muestreo del 10%

*Cuadro 26. Estimación del tamaño de muestra considerado suficiente y estadísticamente confiable para la recolección de datos del inventario.*

No. de muestra	AB (%)
1	0.267
2	0.265
3	0.221
4	0.218
5	0.199
6	0.190
<b>Suma</b>	<b>1.359</b>
<b>Promedio</b>	<b>0.227</b>
<b>Varianza</b>	<b>0.001</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0.032</b>
<b>Error muestral</b>	<b>5.838</b>
<b>Coeficiente de Variación</b>	<b>14.30</b>
<b>Confiabilidad del 95% (t)</b>	<b>2.02</b>
<b>Número total de sitios requeridos</b>	<b>8</b>

### II.2.13 Intensidad de muestreo

En las unidades de muestreo de 100 m<sup>2</sup> que se establecieron dentro de las áreas de CUSTF donde se pretende el proyecto Ampliación del hotel Maroma, Belmond Hotel, Riviera Maya, se obtuvo una superficie total de muestreo de 1,000 m<sup>2</sup> que representa el 15.82% de intensidad de muestreo de la superficie propuesta a solicitud de cambio de uso del suelo en Terrenos Forestales.

Las intensidades se estimaron con la siguiente fórmula:

$$IM (\%) = \frac{\text{Superficie muestreada}}{\text{Superficie total}} \times 100$$

Para las unidades de 100 m<sup>2</sup>, sustituyendo los datos en la fórmula:

$$IM (\%) = \frac{1,000.00}{6,319.00} \times 100 = 15.82\%$$

Dónde:

IM (%) = Intensidad de muestreo expresada en porcentaje.

#### II.2.14 Trabajo de campo

En las siguientes imágenes se muestra parte del trabajo de campo realizado en el sitio del proyecto.



*Figura 25. Se ilustra parte del trabajo de campo implementado durante el inventario forestal, en orden descendente y de izquierda a derecha se observa la ubicación de los sitios de muestreo con apoyo de un GPS, establecimiento del centro de la unidad de muestreo y marcación de este.*



*Figura 26. En las imágenes se muestra parte del trabajo de campo durante el inventario forestal para el proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond, Riviera Maya. En orden descendente y de izquierda a derecha se observa la toma de datos dasométricos; marcación de los árboles; medición y registro de los datos de campo.*

#### II.2.15 Fórmulas utilizadas para calcular el área basal

El área basal (AB) es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol. Para el cálculo del área basal se requiere conocer el diámetro medido a 1.30 metros del suelo o también llamada a la altura del pecho, según la siguiente fórmula:

Para estimar el área basal se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB (m^2) = 0.7854 (DN \text{ m})^2$$

Dónde:

AB = Área basal (m<sup>2</sup>).

DN = Diámetro normal (m).

DN = Diámetro a la altura del pecho (m<sup>2</sup>)

$\frac{1}{4}\pi$  = Un cuarto de Pi = (3.1416) / 4 = 0.7854.

El área basal de una especie, de una categoría diamétrica, de un grupo diamétrico ya sea por hectárea o de todo el predio es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles considerados en cada caso.

#### II.2.16 Formulas utilizados para estimar Volumen Total Árbol (VTA)

En la actualidad existen innumerables modelos para una gran diversidad de especies que permiten estimar el volumen de un árbol, los cuales pueden utilizarse de acuerdo con el nivel de detalle que requiera el usuario.

Para determinar el Volumen Total de los Árboles existentes por hectárea y en la superficie del cambio de uso de suelo propuesto, se utilizaron las ecuaciones más utilizadas en las selvas de Campeche y de Quintana Roo (INIFAP) para 13 grupos de especies, sin embargo, estas fórmulas únicamente estiman el volumen de fuste total (VFT). Por lo que, para obtener el Volumen Total Árbol (VTA), se multiplicó el VFT por el factor de conversión de 1.401 (Martin, 1988), que permite estimar el Volumen Total del Árbol, dicho factor se calculó para las especies registradas en el área de CUSTF. Asimismo, para algunas especies se utilizaron los modelos de la plataforma de consulta digital del Sistema Biométrico Forestal (SiBiFor). Las fórmulas utilizadas se observan en la Cuadro 27.

*Cuadro 27. Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (Vcc), en m<sup>3</sup> para las especies localizadas en el área de CUSTF.*

Grupo	Ecuación	Nombre científico
SiBiFor	$VT_{Acc} = a0*d^{a1}*h^{a2}+b0*d^{a2}$	<i>Bursera simaruba</i>
SiBiFor	$VT_{Acc} = a0*d^{a1}*h^{a2}+b0*d^{a2}$	<i>Metopium brownei</i>
SiBiFor	$VT_{Acc} = a0*d^{a1}*h^{a2}+b0*d^{a2}$	<i>Vitex gaumeri</i>
XI.	$V_{CC} = e^{[9.52774573+1.76329569LN(DN)+1.08168791LN(A)]}$	<i>Cascabela gaumeri</i> <i>Krugiodendron ferreum</i>
XIII. Otras	$V_{CC} = e^{[9.41737421+1.76385327LN(DN)+1.04067809LN(A)]}$	<i>Ficus cotinifolia</i> <i>Cupania dentata</i> <i>Cecropia peltata</i> <i>Piscidia piscipula</i> <i>Lonchocarpus rugosus</i> <i>Pouteria campechiana</i> <i>Coccoloba diversifolia</i> <i>Guettarda combsii</i> <i>Neea psychotrioides</i>

#### II.2.17 Cuantificación de la estimación del Volumen Total Árbol (VTA) por especie

En este apartado se resume el promedio (estadístico básico) de las variables dasométricas para cada una de las especies inventariadas, se presentan los cálculos obtenidos de las existencias volumétricas reales, por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo en el que se incluyen todas las especies registradas.

#### **Resultado del Volumen Total Árbol (VTA) para el sitio del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.**

Conforme al resultado arrojado por las ecuaciones de volumen se tiene que de la suma del VTA del grupo arbóreo y del grupo arbustivo, **el volumen estimado por hectárea es de 148.03 m<sup>3</sup>**, asimismo **el VTA para la superficie de CUSTF es de 93.53 m<sup>3</sup>**, las especies que contribuyen más en este volumen son el Chechen, Jabín, Kaniste y Chaca en el estrato arbóreo, y Chechen, Kaniste, Taastaab, Ximche y Jabín en el estrato arbustivo (véanse los Cuadro 28 y Cuadro 29).

Cuadro 28. Concentrado del número total de individuos (Ind/ha), área basal (AB/ha), Volumen Total Árbol m<sup>3</sup> (VTA) por hectárea y por la superficie sujeta a CUSTF del grupo arbóreo.

Grupo arbóreo			1 ha			0.6 ha de CUSTF		
Nombre científico	Nombre común /clave	DN (promedio)	Ind/ha	AB/ha	VTA/ha	Ind/CUSTF	AB/CUSTF	VTA/CUSTF
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	19	20	0.541	2.572	13	0.342	1.625
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	24	10	0.452	2.695	6	0.286	1.703
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	24	20	0.908	6.354	13	0.574	4.015
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	17	480	11.459	81.599	303	7.241	51.559
<i>Cupania dentata</i>	Cude, Agua Al Ojo Blanco	15	10	0.177	1.024	6	0.112	0.647
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	26	10	0.511	2.804	6	0.323	1.772
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	25	60	3.037	17.653	38	1.919	11.154
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasín	10	20	0.165	0.848	13	0.104	0.536
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	12	130	1.612	9.600	82	1.018	6.066
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	13	20	0.281	1.675	13	0.177	1.058
<i>Guettarda combsii</i>	Taastaab	16	10	0.201	1.404	6	0.127	0.887
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	15	20	0.379	2.377	13	0.239	1.502
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	12	10	0.104	0.539	6	0.066	0.341
<b>Total</b>		<b>17</b>	<b>820</b>	<b>19.826</b>	<b>131.143</b>	<b>518</b>	<b>12.527</b>	<b>82.864</b>

Cuadro 29. Concentrado del número total de individuos (Ind/ha), área basal (AB/ha), Volumen Total Árbol m<sup>3</sup> (VTA) por hectárea y por la superficie sujeta a CUSTF del grupo arbustivo.

Grupo arbustivo			1 ha			0.6 ha de CUSTF		
Nombre científico	Nombre común/clave	DN (promedio)	Ind/ha	AB/ha	VTA/ha	Ind/CUSTF	Ab/CUSTF	VTA/CUSTF
<i>Calyptanthus pallens</i>	Chacni, Murta	4	40	0.038	0.153	25	0.024	0.097
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	9	200	1.167	8.207	126	0.737	5.185
<i>Krugiodendron ferreum</i>	Ch'iin took, Capulincillo	5	40	0.064	0.402	25	0.040	0.254
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	3	40	0.028	0.116	25	0.018	0.074
<i>Eugenia axillaris</i>	Eugenia	3	40	0.028	0.065	25	0.018	0.041
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	5	40	0.064	0.453	25	0.040	0.286
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	5	320	0.730	4.196	202	0.462	2.651

Grupo arbustivo			1 ha			0.6 ha de CUSTF		
Nombre científico	Nombre común/clave	DN (promedio)	Ind/ha	AB/ha	VTA/ha	Ind/CUSTF	Ab/CUSTF	VTA/CUSTF
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	3	40	0.028	0.099	25	0.018	0.063
<i>Guettarda combsii</i>	Taastaab	9	40	0.254	1.540	25	0.161	0.973
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	4	40	0.050	0.222	25	0.032	0.140
<i>Diospyros verae-crucis</i>	U chul che/ Chocoyito	4	40	0.050	0.339	25	0.032	0.214
<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	7	40	0.154	0.988	25	0.097	0.624
<i>Hamelia patens</i>	Xkanan	4	40	0.050	0.108	25	0.032	0.068
<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>960</b>	<b>2.707</b>	<b>16.888</b>	<b>607</b>	<b>1.711</b>	<b>10.671</b>

El resultado del volumen obtenido permite concluir que en el terreno para el cual se solicita el cambio de uso del suelo, considerando la composición de especies y las características dasométricas de la vegetación que presenta, existen por hectárea 1,780 individuos de 3 cm de DAP en adelante.

Conforme al Instructivo para la Elaboración de estudios técnicos justificativos del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal que establece que para el caso de especies no maderables, así como para las especies presentes en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 se estimará únicamente el número de individuos por especie, y destacando que en el área a aprovechar se registró la Palma Chit (*Thrinax radiata*) incluida en la Norma bajo la categoría de especie Amenazada, así como la Palma Cocotera (*Cocos nucifera*) que se considera no maderable y que estas se distribuyen y abundan dentro de la superficie de CUSTF que se solicita, se determinó estimar el número de individuos y el área basal por hectárea de estas especies como se desglosa en el cuadro siguiente.

Cuadro 30. Número de individuos y área basal por especie, estrato arbóreo y arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Ind/ha	AB/ha
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	1,840	10.36
<i>Cocos nucifera</i>	Palma Cocotera	90	4.41

Considerando que la promovente no pretende el aprovechamiento de las materias primas forestales, sino únicamente realizar el cambio de uso de suelo y que los residuos vegetales serán aprovechados dentro del mismo predio en diversas formas, no se requerirá documentación para acreditar la legal procedencia ya que estas no serán transportadas fuera del predio.

Los resultados del inventario forestal permiten concluir que en el área destinada para CUSTF de este proyecto, por la composición de especies y las características dasométricas de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, no existen volúmenes aprovechables de madera en rollo, para escuadría ni para palizada y que aún con el volumen total árbol estimado el volumen es mínimo; por lo que el impacto sobre los recursos forestales por la eliminación de la vegetación en las 0.6 hectáreas que se solicitan para la ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya es insignificante.

#### II.2.18 Operación y mantenimiento

La etapa de operación y mantenimiento del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya es la típica de un hotel boutique instalado en el Caribe Mexicano. Se ofrecen servicios de hotel con otros servicios integrados que incluyen hospedaje, alimentos y bebidas y Spa, sanitarios en áreas comunes, actividades recreativas y de esparcimiento en los jardines, albercas, senderos de selva y área de playa, teatro, biblioteca y área de juego.

Para brindar el servicio se requiere la operación de áreas de apoyo a la actividad principal, como son atención al huésped, administración, contabilidad y control, compras y almacén, ventas y reservas, aseo y limpieza, seguridad, preparación de alimentos y bebidas, servicio de bar, amenidades y entretenimiento, mantenimiento, sistemas, control de calidad, comedor de colaboradores, sanitarios y vestidores de colaboradores, entre otros; así como la operación de infraestructura y equipamiento hotelero que incluye las redes eléctrica, hidráulica, sanitaria, de voz y datos, vigilancia y de distribución de gas LP; así como la operación de la planta desaladora y potabilizadora, planta de tratamiento de aguas residuales, plantas de emergencia, sistema contra incendio, calentadores y tanques de almacenamiento de agua caliente, torres de enfriamiento de agua, lavandería, talleres de mantenimiento, bodegas y almacenes, sistema de aire acondicionado, sistema de control de fauna nociva, cámaras de residuos, etc.

El abastecimiento eléctrico del hotel Maroma se hace desde una acometida de la Comisión Federal de Electricidad localizada junto a la carretera federal 307. La empresa Plan Costa Maya, S.A. de C.V. cuenta con Registro Permanente de Usuario número 810080902397 y Registro Móvil de Usuario número 77712 08-09-09 PCM-950514 010 CFE, con una carga conectada de 950 kW, que le permite operar la infraestructura instalada y es suficiente para recibir la nueva infraestructura propuesta.

Durante la operación se extrae y procesa agua cruda al amparo del Título de Concesión número 12QNR150242/32EMDL12 a favor de Plan Costa Maya, S.A. de C.V., enviando el agua potable a las áreas de servicio para su uso, mismas que luego son recolectadas y canalizadas a la planta de tratamiento de aguas residuales para su tratamiento y ulterior uso como agua de riego o inyección al subsuelo. De este proceso se generan aguas de rechazo y lodos secos inactivos. Las aguas de riego y las aguas de rechazo, de conformidad con la normatividad ambiental vigente, deberán dar cumplimiento a las normas oficiales mexicanas NOM-003-SEMARNAT-1997<sup>9</sup> y NOM-001-SEMARNAT-1996<sup>10</sup>, respectivamente; en tanto que los lodos deberán cumplir con la calidad establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002<sup>11</sup>. Toda vez que durante la operación del hotel tiene lugar la transferencia de contaminantes al agua

---

<sup>9</sup> Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

<sup>10</sup> Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

<sup>11</sup> Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.



la promovente deberá presentar anualmente la Cédula de Operación Anual<sup>12</sup> a fin de dar cumplimiento al Artículo 9 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

La operación del hotel Maroma genera residuos sólidos de manejo especial y residuos peligrosos que serán manejados de conformidad con las estrategias aprobadas en el Plan de Manejo de Residuos con registro 23008-ADPMR-0288-2019 -o la actualización correspondiente- emitido a favor de Plan Costa Maya, S.A. de C.V., con vigencia de dos años. Considerando el tipo y volumen de residuos peligrosos que genera el hotel este clasifica como pequeño generador, por lo que su única obligación para dar cumplimiento a la legislación ambiental aplicable será la de obtener el Registro como generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT, debiendo llevar bitácora para el control de la generación, almacenamiento y disposición de los residuos, de conformidad con el artículo 47 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Las instalaciones de gas LP y de diésel, en función del volumen de almacenamiento, son de competencia estatal en términos de la determinación del riesgo ambiental y lo mismo puede aseverarse para las sustancias riesgosas que se ocuparán durante la etapa de operación y mantenimiento del hotel. Por tanto, la promovente no requiere realizar trámite alguno ante la federación sobre el manejo de estas sustancias.

Por otra parte, la operación de los calentadores propuestos al tener una capacidad térmica nominal mayor a 530 megajoules ( $\pm 15$  CC) por hora deberán cumplir con los límites máximos de emisión de contaminantes que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011<sup>13</sup>. Asimismo, la promovente deberá verificar que durante la operación del establecimiento se cumpla el Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994<sup>14</sup> manteniendo los niveles de ruido por debajo del límite de 68 dB en horario de 6:00 a 22:00 horas y de 65 dB en horario de 22:00 a 6:00 horas.

Toda vez que las nuevas obras proyectadas se localizan adyacentes a la vialidad interna existente no se anticipa la generación de nuevos caminos. La vialidad interna se mantendrá rústica, es decir, sin pavimentar, a fin de mantener la permeabilidad y la escorrentía superficial del terreno.

Finalmente, una vez que se apruebe la solicitud de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como los impactos ambientales que causarán las obras y actividades propuestas en el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, deberá darse seguimiento a las medidas de prevención y mitigación de impacto ambiental propuestas y a las que determine la autoridad en la resolución que al respecto emita; así como a los trabajos de restauración de áreas verdes que incluyen el monitoreo de las áreas restauradas durante un período mínimo de cinco años.

---

<sup>12</sup> El trámite sirve para reportar las emisiones y transferencias de los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal: fuentes fijas de jurisdicción federal, grandes generadores de residuos peligrosos, prestadores de servicios de manejo de residuos, los que descarguen aguas residuales a cuerpos receptores que sean aguas nacionales y los que generan 25,000 toneladas o más de Bióxido de Carbono Equivalente (tCO<sub>2</sub>e) de emisiones de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los sectores productivos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones (RENE).

<sup>13</sup> Contaminación atmosférica. Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

<sup>14</sup> Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

#### II.2.19 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

La promovente declara que no tiene contemplado el abandono del sitio durante su vida útil; sin embargo, en caso de ocurrencia, a fin de facilitar el retorno del sitio a su condición natural, se deberían considerar las siguientes acciones:

- Desmantelamiento del equipo, mobiliario y maquinaria instalada, así como su retiro del sitio para su probable comercialización como material de segunda o su desecho como residuo sólido.
- Desmantelamiento de líneas de distribución de electricidad, agua potable, red de drenaje sanitario, voz y datos y gas LP; así como su retiro del sitio para su probable comercialización como material de segunda o su desecho como residuo sólido.
- Demolición de obra civil y retiro de escombros a un sitio de tiro autorizado.
- Limpieza general del sitio.
- Reforestación del sitio.
- Monitoreo del proceso de recuperación de las áreas verdes naturales aledañas al sitio del proyecto y, en su caso, aplicación de las medidas pertinentes que permitan el retorno gradual de sus condiciones naturales.

#### II.2.20 Programa de trabajo

En el Cuadro 31 y Cuadro 32 se presentan los programas de trabajo para las distintas etapas del proyecto. La etapa de preparación del sitio y construcción se ejecutará en un periodo de 15 meses contados a partir de la obtención de la autorización en materia de cambio de uso de suelo en terreno forestal y en materia de impacto ambiental para la ejecución del proyecto. La etapa de operación y mantenimiento de realizará durante un período de 50 años contados a partir del término de la etapa previa. Por tanto, la ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya consta de un periodo de 51 años 3 meses.

Cuadro 31. Actividades a desarrollar durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	Mes																																																											
	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12				13				14				15			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
<b>A) RESCATE DE VEGETACIÓN</b>	[Barra azul continua]																																																											
1) Acondicionamiento de vivero provisional	[Celda vacía]																																																											
2) Rescate selectivo de vegetación	[Celda vacía]																																																											
3) Traslado de plantas al vivero	[Celda vacía]																																																											
4) Mantenimiento de plantas en vivero	[Celda vacía]																																																											
<b>B) REMOCIÓN DE VEGETACIÓN</b>	[Barra azul continua]																																																											
1) Delimitación del sitio	[Celda vacía]																																																											
2) Remoción de la vegetación	[Celda vacía]																																																											
3) Despalle	[Celda vacía]																																																											
4) Manejo de residuos	[Celda vacía]																																																											
<b>C) SUPERVISIÓN AMBIENTAL Y FORESTAL</b>	[Barra azul continua]																																																											
1) Supervisión ambiental	[Celda vacía]																																																											
2) Supervisión forestal	[Celda vacía]																																																											
<b>D) EJECUCIÓN DE OBRAS PROYECTADAS</b>	[Barra azul continua]																																																											
1) Preliminares	[Celda vacía]																																																											
2) Estructura	[Celda vacía]																																																											
3) Albañilería	[Celda vacía]																																																											
4) Ingenierías	[Celda vacía]																																																											
5) Acabados	[Celda vacía]																																																											
6) Mobiliario	[Celda vacía]																																																											
7) Obra exterior	[Celda vacía]																																																											
8) Jardinería	[Celda vacía]																																																											
9) Puesta en marcha	[Celda vacía]																																																											
<b>E) RESTAURACIÓN</b>	[Barra azul continua]																																																											
1) Preparación del sitio	[Celda vacía]																																																											
2) Traslado de plantas al sitio de restauración	[Celda vacía]																																																											
3) Plantación	[Celda vacía]																																																											
4) Manejo del área restaurada	[Celda vacía]																																																											
5) Monitoreo	[Celda vacía]																																																											

Cuadro 32. Actividades a desarrollar durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Año										
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Limpieza el sitio											
Mantenimiento de la infraestructura											
Rehabilitación de la infraestructura											
Supervisión ambiental											
Seguimiento a programas											

II.2.21 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

**Etapas de preparación de sitio y construcción.** Los residuos líquidos que serán generados durante esta etapa corresponden a aguas negras provenientes de sanitarios portátiles que serán utilizados por los trabajadores de la construcción. Para su adecuado manejo se prevé el aseo de los sanitarios y el retiro de las aguas negras por la empresa arrendadora cada 48 horas como mínimo.

En esta etapa no se anticipa la generación de emisiones a la atmósfera normadas o sujetas a reporte.

**Etapas de operación y mantenimiento.** Para el manejo de aguas residuales se utilizará la red de drenaje existente que permite el traslado de las aguas negras hacia la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del hotel Maroma, mismas que tras ser tratadas se emplean para el riego de áreas verdes del hotel, descargando las demasías a pozo profundo. Por su parte, las aguas de rechazo del proceso de ósmosis inversa se inyectarán al subsuelo mediante pozo profundo. Ambas actividades se realizarán al amparo del Título de Concesión número 12QNR150242/32EMDL12 a favor de Plan Costa Maya, S.A. de C.V. cumpliendo con la normatividad ambiental aplicable.

Las emisiones a la atmósfera procederán del empleo de los calentadores de agua que operarán a base de gas LP y aunque no se anticipa que rebasen los límites permitidos de emisión de contaminantes en la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011 deberán monitorearse las emisiones con frecuencia anual a cargo de una Unidad de Verificación autorizada.

Por otra parte, la promovente deberá verificar que durante la operación del establecimiento se cumpla el Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 manteniendo los niveles de ruido que se emitan durante la operación del hotel por debajo del límite de 68 dB en horario de 6:00 a 22:00 horas y de 65 dB en horario de 22:00 a 6:00 horas.

II.2.22 Residuos

**Etapas de preparación de sitio y construcción.** Durante esta etapa se prevé la generación de residuos sólidos consistentes en residuos orgánicos e inorgánicos derivados del consumo de alimentos y bebidas de los trabajadores; así como residuos de manejo especial derivados de la construcción, cuyo manejo se hará conforme el Plan de manejo de residuos sólidos anexo. Se adelanta que en todos los casos los residuos valorizables se trasladarán embolsados a las áreas de almacenamiento de residuos del hotel Maroma y se dispondrán a través de los distintos recolectores de residuos que dan el servicio de recolección de residuos al hotel, de conformidad con el plan de manejo de residuos autorizado a la empresa Plan Costa Maya, S.A.

de C.V.; en tanto que los residuos de obra se acopiarán temporalmente en el patio de maniobras del hotel, recuperando aquellos que puedan ser reciclados o reutilizado (residuos de madera, metales y PVC), y trasladando el resto a sitios de tiro autorizados por el Ayuntamiento de Solidaridad.

En caso de generarse residuos peligrosos se trasladarán semanalmente al almacén temporal de residuos peligrosos del hotel Maroma para su resguardo y, finalmente, se dispondrán a través de una empresa de recolección autorizada debiendo conservar los comprobantes de disposición.

**Operación y mantenimiento.** Durante esta etapa los residuos sólidos se manejarán conforme al plan de manejo de residuos sólidos autorizado a la promovente para la operación del hotel Maroma, con registro 23008-ADPMR-0288-2019 -o la actualización correspondiente. Sin embargo, de manera general se prevé lo siguiente.

Los residuos sólidos generados durante la operación serán almacenados en contenedores temporales y antes de 24 horas después de su generación serán retirados a las instalaciones de almacenamiento de residuos sólidos del hotel (cámara seca, cámara fría o punto de acopio de residuos valorizables, según sea el caso), para su almacenamiento temporal y ulterior disposición. Los residuos de manejo especial de tipo doméstico (restos de alimentos y sus empaques, residuos sanitarios y residuos inorgánicos no valorizables) se dispondrán a través del servicio de limpia municipal con destino al relleno sanitario de Playa del Carmen, Solidaridad; los residuos valorizables (plásticos tipos 1 y 2, metales ferrosos y no ferrosos, cartón y papel de archivo, vidrio de botella y aceite vegetal usado), así como los lodos sépticos y las grasas derivadas de la limpieza de las trampas de grasas y campanas de extracción, los restos de loza, la pedacería de vidrio, el vidrio plano, los residuos electrónicos y otros residuos de manejo especial se dispondrán a través de uno o más recolectores autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente y Ecología del Estado de Quintana Roo.

Los residuos peligrosos que se generen por los trabajos de mantenimiento del hotel se trasladarán inmediatamente al almacén temporal de residuos peligrosos del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya para su resguardo y, finalmente, se dispondrán a través de una empresa de recolección autorizada por la SEMARNAT, con una frecuencia mínima de 2 veces por año, debiendo conservar los comprobantes de disposición por al menos cinco años.

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

En este capítulo se demuestra que el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya **es viable**, toda vez que se ajusta a las disposiciones jurídicas aplicables. Para demostrar lo anterior, enseguida se presenta la vinculación con los ordenamientos jurídicos federales que son aplicables, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS), Quintana Roo, los Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas, las Normas Oficiales Mexicanas y el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050 (PMDUS).

#### III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES

##### III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental

Debido a que las áreas de aprovechamiento en el sitio del proyecto se encuentran en parcialmente cubiertas por VSA/SMQ de acuerdo con el artículo 28, fracciones VII y IX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y los artículos 5, inciso Q, y 6, del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA), se requiere la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para el aprovechamiento del terreno.

La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la SEMARNAT 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 ambiente.

*Para obtener la autorización a la que se refiere el artículo 28 de la LGEEPA, los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente (artículo 30, LGEEPA).*

*Para la autorización de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de la LGEEPA, la SEMARNAT se sujetará a lo que establezcan la LGEEPA y sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas aplicables, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Así mismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación (artículo 35, LGEEPA).*

*Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la SEMARNAT emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá autorizar la obra o actividad en los términos*

*solicitados; autorizar de manera condicionada la obra o actividad a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación; o negar la autorización solicitada cuando se contravenga lo establecido en la LGEEPA, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables; la obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies; o exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate (artículo 35, LGEEPA).*

Aunado a lo anterior, el artículo 5 del Reglamento del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental - última reforma el 31 de octubre de 2014 - establece que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

*Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros: **Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.***

La manifestación de impacto ambiental podrá presentarse en modalidad regional o particular, siendo la regional cuando se trate de *Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.* Por lo anterior, la promovente requiere presentar a la Secretaría, para su valoración, una manifestación de impacto ambiental modalidad particular para el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

### III.1.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) es de índole Federal y se publicó en el Diario Oficial el 05 de junio de 2018, última reforma el 13 de abril de 2020, *sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.*

De acuerdo con el artículo 93 de la LGDFS la SEMARNAT *solo podrá autorizar el **cambio de uso del suelo en terrenos forestales**, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal*

*de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*

Para determinar la presencia o ausencia de vegetación forestal al interior del sitio, desde el punto de vista jurídico, se consideró lo descrito en el artículo 7 de la LGDFS.

De acuerdo con el glosario de términos de la LGDFS (artículo 7), se entiende por cambio de uso de suelo en terreno forestal como *la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales, de los **terrenos forestales arbolados** o de otros terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales (fracción VI)*. Por otra parte, *se describe como terreno forestal el cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales; como terreno forestal arbolado, el terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características. Finalmente, debe entenderse por vegetación forestal al conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales (fracción LXXX).*

Considerando lo anterior y de acuerdo con las características de la vegetación que se observó en el sitio del proyecto y los resultados del inventario forestal ejecutado para el mismo, se determinó que el terreno en las áreas de aprovechamiento pretendidas corresponde a la definición de “*terrenos forestales*”, por lo que se requiere presentar ante la Secretaría un estudio técnico justificativo.

### III.1.3 Tramite unificado de cambio de uso de suelo forestal

El 22 de diciembre del 2010 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “*Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan*” (en lo sucesivo Acuerdo), el procedimiento de solicitud de evaluación del proyecto en materia de impacto ambiental y en materia forestal es ahora diferente.

El Acuerdo por el que se unifica la evaluación de impacto ambiental (EIA) y cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), prevé dos modalidades. La modalidad A, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas solo en la fracción VII del artículo 28 de la LGEEPA y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 93 de la LGDFS; se utiliza para evaluar únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental; y la modalidad B, que corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28, excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA, y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 93 de la LGDFS.

El proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya implica un conjunto de obras y actividades que corresponden a la fracción VII y IX del artículo 28 de la LGEEPA y el trámite de autorización



de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 93 de la LGDFS. Por tanto, para dar cumplimiento a las disposiciones jurídicas a las que está sujeta la promovente para la ejecución del proyecto y en cumplimiento de la LGEEPA y la LGDFS la promovente decidió presentar para su valoración ante la SEMARNAT el presente Documento Técnico Unificado (DTU), modalidad B-Particular.

#### III.1.4 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es de orden público y de interés social; reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas de su jurisdicción.

En su artículo 18 la LGVS establece que *“los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.”*

Al sitio del proyecto le corresponde una vocación de suelo turístico y actualmente se encuentra parcialmente aprovechado, sin embargo, como en su interior se observaron ejemplares de Palma Chit (*Thrinax radiata*), Iguana Negra de Cola Espinosa (*Ctenosaura similis*), Perico Pecho Sucio (*Eupsittula nana*) y Loro Frente Blanca (*Amazona albifrons*), especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se hace necesaria la aplicación de medidas preventivas para no afectar su población, mismas que se han considerado y se describen en otros apartados a lo largo del documento.

#### III.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Durante la construcción de las obras proyectadas, así como durante la operación, se generarán residuos de manejo especial, mismos que son de competencia estatal, que se manejarán durante la etapa de construcción conforme al Plan de manejo de residuos anexo, mientras que durante la etapa de operación se manejarán conforme al plan de manejo de residuos sólidos autorizado a la promovente para la operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya (anexo).

Asimismo, durante la etapa de construcción se anticipa la generación de residuos peligrosos, constituidos por envases de aceites, solventes, pinturas, pegamentos; así como por estopas, trapos, brochas o rodillos impregnados con solventes, pinturas, resinas, pegamentos. Los residuos peligrosos serán trasladados al

almacén temporal de residuos peligrosos del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya para su resguardo, y disposición a través de una empresa de recolección autorizada, debiendo conservar los comprobantes.

Durante la operación se generarán residuos peligrosos por los trabajos de mantenimiento, mismos que se depositarán en el almacén temporal de residuos peligrosos del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya para su resguardo y, finalmente, se dispondrán a través de una empresa de recolección autorizada, con una frecuencia mínima de 2 veces por año, debiendo conservar los comprobantes de disposición.

Considerando el tipo y volumen de residuos peligrosos que genera el hotel este clasifica como pequeño generador, por lo que su única obligación para dar cumplimiento a la legislación será la de obtener el Registro como generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT, debiendo llevar bitácora para el control de la generación, almacenamiento y disposición de los residuos, de conformidad con el artículo 47 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

### III.1.6 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 (POEMyRGMMyMC), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre del 2012, es un instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas en mares y costas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (Figura 27).

El sitio del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 139 (Figura 28), que es una UGA de tipo costera que abarca 327,229.174 hectáreas del municipio de Solidaridad y que cuenta con puerto turístico y comercial. Esta UGA pertenece a la subregión Zona Costera Inmediata Mar Caribe y le aplican las acciones y criterios generales que se indican en el Cuadro 33, sin embargo, corresponde a una unidad regional, y conforme al Acuerdo por el que se expide la parte marina del POEMyRGMMyMC, solo se da a conocer la parte regional de dicho programa, siendo el Gobierno del Estado de Quintana Roo, y demás entidades federativas que forman parte del Área regional, quienes expedirán mediante sus órganos de difusión oficial, la parte regional del POEMyRGMMyMC; por tanto, dicha unidad de gestión no es considerada en el análisis y vinculación del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.



Figura 27. Poligonal del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Fuente: <http://www.dof.gob.mx>.

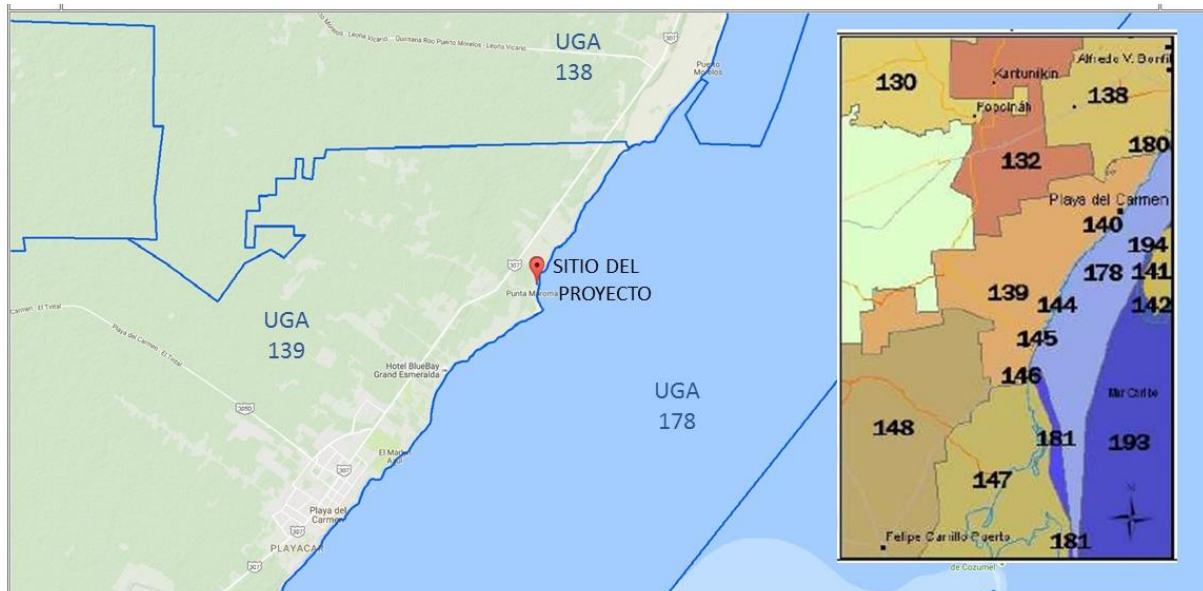


Figura 28. Localización del sitio del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Cuadro 33. Acciones específicas y criterios aplicables a la UGA-139 de acuerdo con el POEMyRGMMyMC.

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

### III.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD (POELSM), QUINTANA ROO

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, publicado en el periódico oficial del estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, el sitio del proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 17, denominada “Corredor Turístico Punta Brava-Xcalacoco” (Figura 29). A esta UGA se le asignó una política ambiental de conservación, la cual tiene una vocación de suelo turística y los usos condicionados turístico, ecoturístico, suburbano, UMA’S, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural y marina; mientras que los usos incompatibles son forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial y minero (Cuadro 34).

El lineamiento bajo el cual se creó esta unidad de gestión ambiental, de acuerdo con el POELMS, es la ecoeficiencia como el elemento clave que distingue a los desarrollos de esta zona, para lograr una integración de los elementos naturales en el diseño de los proyectos y eliminar prácticas de alto impacto

ambiental. El manejo de residuos sólidos, manejo y disposición final de aguas residuales que operen bajo estándares superiores a los establecidos en la normatividad vigente.

*Cuadro 34. Lineamientos ambientales aplicables a la unidad de gestión ambiental 17, Corredor Turístico Punta Brava-Xcalacoco, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad, Quintana Roo.*

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		17	
<b>NOMBRE</b>	<b>CORREDOR TURÍSTICO PUNTA BRAVA-XCALACOCO</b>		
<b>POLÍTICA AMBIENTAL</b>	<b>Conservación</b>		
<b>SUPERFICIE</b>	2,922.96 hectáreas	<b>PORCENTAJE MUNICIPAL</b>	1.47 %
<b>ESCENARIO INICIAL</b>	Esta unidad presenta en varias de sus secciones amplias áreas ocupadas por manglares, los que se ubican entre las costas y la vegetación existente se encuentra fragmentada, y recientemente afectada por los huracanes Wilma y Emily.		
<b>TENDENCIAS</b>	Se prevé un crecimiento de baja densidad que permita mantener la mayor parte de la vegetación existente como parte de las áreas naturales dentro de cada desarrollo. La existencia de manglares lleva a la realización d diseños novedosos por la industria turística.		
<b>LINEAMIENTO AMBIENTAL</b>	La ecoeficiencia es el elemento clave que distingue a los desarrollos de esta zona, se logra una integración de los elementos naturales en el diseño de los proyectos que elimina prácticas de alto impacto ambiental. El manejo de residuos sólidos, manejo y disposición final de aguas residuales operan bajo estándares superiores a los establecidos en la normatividad vigente.		
<b>ESTRATEGIAS AMBIENTALES</b>	<p>Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran.                      El 65% de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece.                      Solo se realiza el 35% de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable.                      Se realiza luna disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos.                      Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos.                      Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la anidación.                      No se genera contaminación al manto freático ni al suelo.                      Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles.                      Se registra en bitácora ambiental el cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso de cambios de uso del suelo.                      Los desarrolladores reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos.</p>		
<b>VOCACIÓN DE USO DEL SUELO</b>	Turística		
<b>USOS CONDICIONADOS</b>	Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina.		
<b>USOS INCOMPATIBLES</b>	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero.		
<b>CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA</b>	<b>USOS</b>	<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS</b>	
	Turístico	06, 08, 09, 13, 14, 15, 19, 21, 27, 36, 38, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 79, 80, 81, 83, 84, 85,	

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		17
		<b>87, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.</b>
Marina		11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 64, 65, 66, 79, 96, 97, 103, 104, 107, 108, 114, 115.
Ecoturismo		08, 09, 18, 29, 31, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 79, 80, 81, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 103, 104.
Suburbano		13, 20, 27, 52, 54, 79, 80, 81, 85, 86, 93, 95, 100.
UMA's		04, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 79, 80, 82, 86, 93, 100.
Deportivo		06, 09, 13, 15, 25, 37, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107.
Parque recreativo		06, 08, 09, 11, 28, 31, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 102, 104, 105, 106, 107, 108.
Comercial		06, 09, 11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 65, 79, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.
Reserva natural		07, 16, 30, 80, 86, 100
Equipamiento		32, 53, 54, 78, 79, 85, 86, 93, 102.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad define el uso del suelo "Turístico" como el "Aprovechamiento del territorio para la construcción de desarrollos turísticos o fraccionamientos turísticos de acuerdo con la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo; así como de la infraestructura de apoyo y demás servicios turísticos asociados para soportar esta actividad en los términos que establece la Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables", por tanto, considerando que el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, tiene como objeto el aprovechamiento de terrenos forestales para uso turístico mediante la construcción y operación de obras de equipamiento turístico hotelero para la mejora del trabajo operativo actual del hotel Maroma, se trata de un proyecto turístico al que le son aplicables los criterios de regulación específica para el uso del suelo condicionado "Turístico", además de los criterios de aplicación general al territorio de Solidaridad, Quintana Roo.

En los Cuadro 35 y Cuadro 36 se presenta la vinculación del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, con los criterios de regulación ecológica de carácter general y particular que le son aplicables y se describe cómo se les dará cumplimiento.

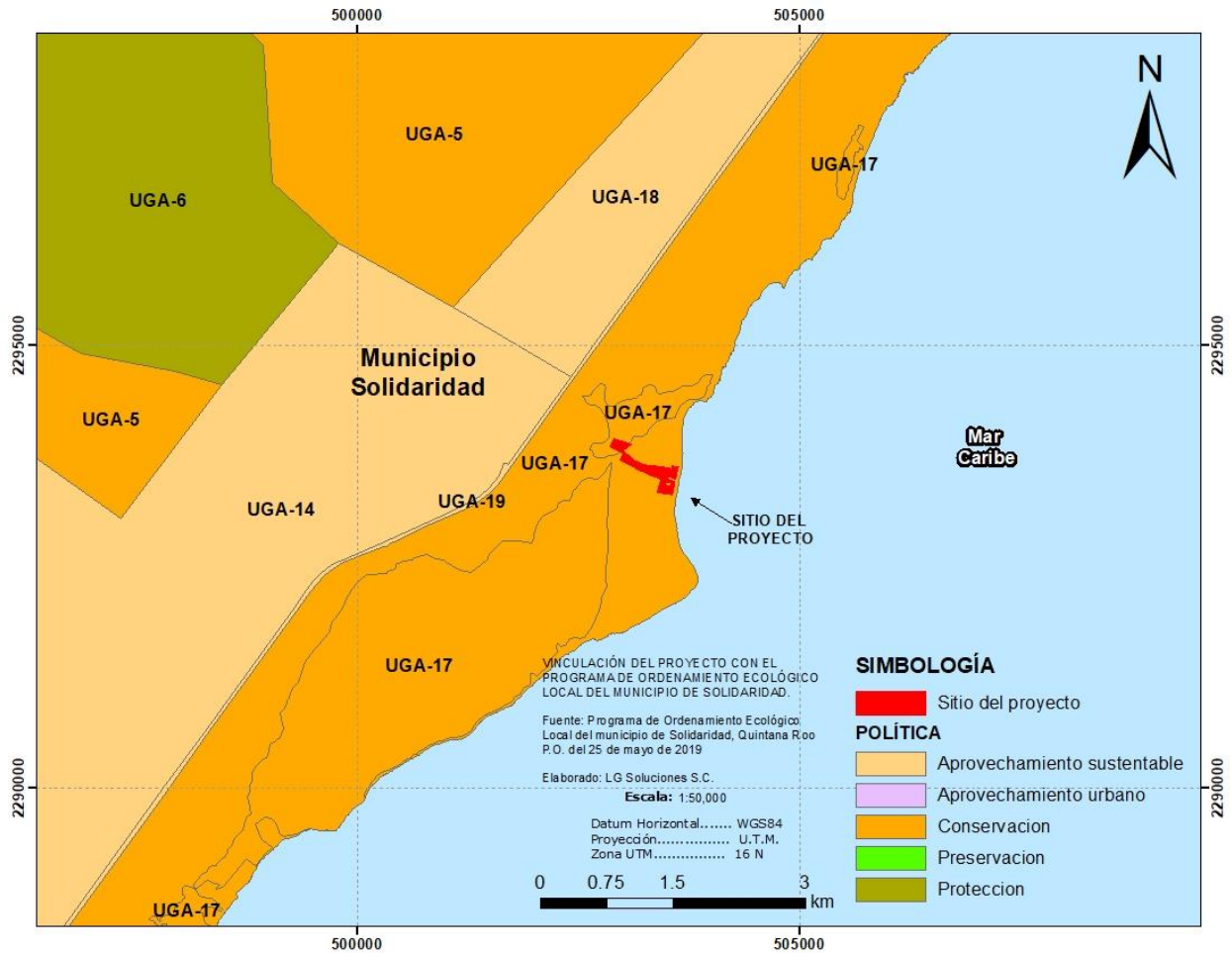


Figura 29. Vinculación del proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

*Cuadro 35. Vinculación del proyecto con los criterios de regulación de carácter general del Programa de ordenamiento ecológico local.*


Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CG-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.	Como se demuestra a lo largo de este documento el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, cumple con las diversas disposiciones legales y normativas vigentes y aplicables.
CG-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.	De manera previa al inicio de actividades de remoción de vegetación y preparación del sitio se llevarán a cabo el rescate de flora nativa, las estrategias, métodos y técnicas de rescate, así como programación de ejecución, se determinan y precisan en el apartado VII en la sección titulada Propuesta el Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora y Fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo.
CG-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	Previo al inicio de actividades de remoción de vegetación y preparación del sitio se llevarán a cabo el ahuyentamiento de fauna silvestre y caso de ser necesario el rescate. Las estrategias, métodos y técnicas, así como programación de ejecución, se determinan y precisan en el apartado VII en la sección titulada Propuesta del Programa de Rescate y Reubicación de Especies de



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Flora y Fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo.
CG-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice 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.	Las plantas que se rescaten serán plantadas en las áreas de reforestación de acuerdo la Propuesta del Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora y Fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo.
CG-05	Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	Las áreas de aprovechamiento proyectadas permiten la continuidad de las áreas con vegetación natural, siguiendo el mismo esquema de aprovechamiento del territorio que la empresa ha impuesto en la operación del hotel Maroma desde los 90's, como se aprecia en esta imagen.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
		 <p>El mapa muestra una zona forestal con una red de caminos. Se han delimitado varias áreas con polígonos de colores: un polígono rosa en la parte superior izquierda, un polígono rojo grande en el centro, un polígono azul en la parte inferior derecha, y un polígono verde en la parte inferior derecha. Hay dos círculos blancos que indican sitios de muestreo. Una leyenda en la parte inferior izquierda del mapa indica: 'Simbología', 'Sitios de muestreo' (círculo blanco), 'SCUSTF' (polígonos de colores), y una lista de 'Polígono 1' a 'Polígono 8' con sus respectivos colores. En la parte superior del mapa, se muestran las coordenadas UTM: 863,000, 863,200, 863,400 en el eje horizontal y 2,293,800, 2,293,600 en el eje vertical. Hay una etiqueta '116.24 m²' y '116.24 m²' cerca de un camino.</p>
CG-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.	Se ha previsto 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.
CG-07	Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuándo éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.	Las aguas negras que se generen durante la etapa constructiva del proyecto serán recibidas en los sanitarios que se utilizarán, cuya limpieza correrá a cargo de la empresa arrendadora del servicio de sanitarios portátiles. Por otra parte, las aguas negras que generen durante la operación del proyecto serán colectadas en el drenaje sanitario propio del inmueble y canalizadas para su tratamiento en la planta de tratamiento de aguas residuales del hotel.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	La red sanitaria del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya no recibe aguas pluviales.
CG-09	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 deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	Dada la alta permeabilidad natural del terreno no se requiere la instalación de drenes o pozos pluviales.
CG-10	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.	La promovente se compromete a utilizar materiales calizos y madera dura de la región que provendrá de fuentes de aprovechamiento autorizadas acompañadas de la factura o remisión forestal correspondiente, que ampare su legal procedencia.
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, solo 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).	El manejo de las áreas verdes solo se hará utilizando sustancias autorizadas por la CICOPLAFEST.
CG-12	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	El sitio del proyecto se ubica fuera del centro de población de Playa del Carmen, por lo que la promovente llevará a cabo el monitoreo del desempeño ambiental conforme se describe en el documento Programa de desempeño ambiental que se anexa.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CG-13	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.	Como se indica en el plan de manejo de residuos para la etapa de preparación del sitio y construcción anexo, el acopio de los residuos de obra será en contenedores que se colocarán en el sitio o directamente en el patio de maniobra que corresponde a un área actualmente sin cobertura vegetal. Su disposición final será a través de recolectores autorizados por la SEMAQROO que los dispondrán en los sitios que tienen autorizados.
CG-14	Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas solo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.	El proyecto no incluye, en ninguna de sus etapas, la introducción al sitio del proyecto o áreas aledañas de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO.
CG-15	Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	No obstante que las obras y actividades del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya no tienen injerencia alguna con sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, se señala que la playa frente al hotel es apta para la anidación de tortuga marina, por ello la empresa promovente ha tomado acciones que garantizan la conservación de la playa y la protección de los quelonios y forma parte del conjunto de empresas que en coordinación con la Dirección de Medio Ambiente y Cambio Climático del Municipio de Solidaridad participan en el Programa de Protección de Conservación de Tortuga Marinas de Solidaridad.
CG-16	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios,	El desarrollo del proyecto no prevé el establecimiento de un campamento de construcción.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	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.	
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997	Para el desarrollo del proyecto no se prevé el uso de fuego.
CG-18	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.	El sitio del proyecto se ubica fuera del centro de población de Playa del Carmen y cuenta con una superficie mayor a 5 ha, por lo que en atención a este criterio se presentará a la SEDUMA, a petición de parte, de manera semestral para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del sitio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.
CG-19	Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.	La ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, no requiere la apertura de nuevos caminos de acceso o vialidades, puesto que hará uso de las existentes.
CG-20	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.	Al no tratarse de un proyecto que implique la construcción de viviendas o de unidades de hospedaje distintas a las ya autorizadas, el presente criterio no es aplicable.
CG-21	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 empleará en las	Durante todas las etapas del proyecto se tomarán medidas necesarias para prevenir el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. Los envases y materiales impregnados con estas sustancias se canalizarán al almacén temporal de residuos peligrosos del hotel y se dispondrán a través del recolector autorizado con el que la empresa tiene convenio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	<p>distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa.</p> <p>Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos 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.</p>	
CG-22	<p>El uso de explosivos estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.</p>	<p>Para el desarrollo del proyecto no se prevé el uso de explosivos por lo que este criterio no es aplicable.</p>
CG-23	<p>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 estos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.</p>	<p>Durante la construcción está previsto contar con contenedores en los frentes de trabajo para el acopio de residuos peligrosos, en tanto que el almacenamiento será en el almacén temporal de residuos peligrosos del hotel y su disposición será a través de una empresa autorizada.</p> <p>Durante la operación, los residuos peligrosos se trasladarán inmediatamente al almacén temporal de residuos peligrosos del hotel para su resguardo y, finalmente, se dispondrán a través de la empresa de recolección autorizada, con una frecuencia mínima de 2 veces por año, debiendo conservar los comprobantes de disposición.</p>
CG-24	<p>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 fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera</p>	<p>El sitio del proyecto se localiza entre en la carretera federal 307 y la zona federal marítimo terrestre, por lo cual se considera que está ubicado en la zona costera del Municipio de Solidaridad, de acuerdo con este criterio ecológico.</p>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.	
CG-25	<p>La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes.</p> <p>La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección.</p> <p>No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto.</p> <p>Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto.</p> <p>Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario</p>	<p>De acuerdo con el CE-27 aplicable al sitio del proyecto, la superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35% del sitio, es decir, 40,198.60 m<sup>2</sup>. Considerando las áreas de aprovechamiento autorizadas con antelación a la promovente, así como las que se proponen en el proyecto de Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, la superficie de aprovechamiento, incluyendo obras techadas, obras no techadas y áreas verdes ajardinadas, será de 38,642.19 m<sup>2</sup> o 33.6 %, por lo que se satisface este criterio de regulación ecológica.</p> <p>El proyecto que se somete a consideración de la autoridad contempla el aprovechamiento de áreas previamente desmontadas y acciones de restauración de áreas desmontadas que no se incluyeron como áreas de aprovechamiento en el diseño del proyecto.</p>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CG-26	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.	Al interior del sitio no se encontraron vestigios arqueológicos por lo que el presente criterio no es de observancia.
CG-27	Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público solo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.	El proyecto es privado, por lo que no se requiere de la autorización del H. Cabildo de Solidaridad.
CG-28	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de estos, 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.	Aunque se prevé el uso de especies vegetales y de recursos forestales en trabajos de reforestación y construcción del proyecto, estas acciones no pueden considerarse como aprovechamientos ya que las especies y recursos forestales se derivan de acciones de mitigación de impactos ambientales, con propósito interno y sin fines de comercialización. En todo caso, la autorización en materia de impacto ambiental será suficiente para amparar el rescate y reubicación de flora nativa.
CG-29	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbamiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras	La promovente efectuará el estudio de mecánica de suelos previo al inicio de las obras previstas.



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.	
CG-30	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	Si bien no se contará con campamentos de construcción, en los frentes de trabajo se utilizarán pictogramas y señalizaciones para promover la no afectación de flora y/o fauna silvestre. Además, se contará con un supervisor de obra que ayudará a evitar situaciones que puedan derivar en afectaciones de especies de flora y/o fauna, y dará las charlas informativas correspondientes.
CG-31	En caso de que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de esta, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	Ninguna de las obras o actividades proyectadas se realizará al interior de cavernas o cenotes, por lo que el presente criterio no es aplicable.
CG-32	En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Ninguna de las obras proyectadas afectará áreas naturales en las que existe vegetación de manglar, aseverando por ello que se cumple lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
CG-33	Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.	Ninguna de las obras o actividades proyectadas se realizará al interior de cavernas o cenotes, por lo que el presente criterio no es aplicable.
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	El hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, cuenta con red hidrosanitaria y planta de tratamiento de aguas residuales para el manejo de las aguas negras y grises que genera durante su operación. Las aguas tratadas son utilizadas para el riego de áreas verdes y las demasías son inyectadas al subsuelo al amparo del Título de Concesión 12QNR150242/32EMDL12, en ningún caso dispone aguas residuales en cenotes o cuevas.
CG-35	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	En cumplimiento de la legislación local aplicable se elaboró el Plan de manejo de residuos de la construcción anexo, el cual regirá el manejo de residuos que se generen durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	Para la etapa de operación pues se aplicará el plan de manejo de residuos autorizado a la promovente para la operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.
CG-36	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.	El proyecto no se encuentra relacionado con fraccionamientos urbanos por lo cual no le aplica el criterio.

*Cuadro 36. Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos específicos establecidos en el Programa de ordenamiento ecológico local del Municipio de Solidaridad para la UGA 17 y uso del suelo Turístico.*

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CE-06	Se deberá reutilizar el agua tratada para el riego de áreas verdes, jardines, campos deportivos o áreas con vegetación natural, así como para su uso en servicios sanitarios y otros compatibles. En todo momento la calidad del agua tratada deberá cumplir los estándares indicados en la Norma Oficial Mexicana aplicable.	Las aguas residuales generadas durante la operación del proyecto serán canalizadas a la red de drenaje para su tratamiento en la planta de tratamiento de agua residuales del hotel se utilizarán en el riego de áreas verdes principales del hotel, previa verificación del cumplimiento con la normatividad aplicable.
CE-08	Las actividades recreativas que se promuevan en cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o secas, cavernas o rejolladas), deberán sustentarse en un estudio de capacidad de carga que determine la intensidad de aprovechamiento sustentable y el límite de cambio aceptable en el sitio. Este estudio se debe presentar junto con el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto o actividad.	Este criterio no es aplicable toda vez que el proyecto que se propone no incluye actividades recreativas que provengan de cuerpos de agua continentales.
CE-09	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) solo 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.	Dada la naturaleza del proyecto, este criterio no le aplica.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CE-13	<p>La densidad aplicable a un predio se determina multiplicando la superficie total del predio (convertida en hectáreas) acreditada legalmente, por el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos en este ordenamiento para el uso del suelo específico. En los proyectos mixtos la densidad aplicable al predio se estima por el uso predominante del proyecto. La densidad no es acumulable por usos del suelo.</p> <p>Si un predio está dividido en dos o más UGA, a cada porción se le aplicará la densidad que corresponde para cada UGA. En el caso de que se obtenga una fracción, se realizará el redondeo usando solo dos cifras significativas como sigue: hasta 0.50 se reduce al entero inferior; desde 0.51 en adelante se incrementa al entero superior.</p>	<p>El proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya no incluye la construcción u operación de nuevas unidades de alojamiento, por lo que no se modifica la densidad previamente autorizada a la empresa promovente para el sitio del proyecto de 15 unidades, con 73 habitaciones.</p>
CE-14	<p>En predios en donde exista, total o parcialmente, comunidades de manglar, se deberá implementar un Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Humedal, que contenga estrategias y acciones tendientes a la conservación, restauración o rehabilitación de dicho ecosistema y que deberá desarrollarse en concordancia con la normatividad aplicable. El programa habrá de contener como mínimo un estudio de línea base del humedal; la delimitación georreferenciada del manglar; en su caso, las estrategias de conservación a aplicar; en su caso, la identificación de la magnitud y las causas de deterioro; en su caso, la descripción y justificación detallada de las medidas de rehabilitación propuestas y el cronograma detallado correspondiente; y la definición de un subprograma de monitoreo ambiental que permita identificar la efectividad del programa y la mejora del ecosistema propuesto para su rehabilitación.</p>	<p>En el sitio del proyecto existe humedal con vegetación de manglar, pero ninguna de las obras o actividades que se proyectan se realizará sobre áreas con este tipo de vegetación, dichas áreas se mantendrán como áreas de conservación, por lo que el presente criterio no se considera vinculante.</p>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	<p>El programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental.</p> <p>El uso sustentable que se pretenda dar a la superficie ocupada por la comunidad de manglar estará sujeto al cumplimiento de la normatividad y las disposiciones jurídicas aplicables, considerando de manera enunciativa, pero no limitativa, la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de la Vida Silvestre.</p>	
CE-15	<p>Se consideran como equivalentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 cuarto hotelero = 0.5 cuartos clínica, hospital, asilo u orfanato.</li> <li>1 cuarto hotelero = 1.0 vivienda residencial de 2 recámaras.</li> <li>1 cuarto hotelero = 1.0 cuarto de condohotel, motel, estudio, departamento o llave hotelera.</li> <li>1 cuarto hotelero = 2.0 campers, cabañas ecoturísticas.</li> <li>1 vivienda de 4 recámaras = 2 cuartos de hotel.</li> <li>Por cada 2 recámaras adicionales = 1 cuarto hotelero.</li> </ul> <p>Estas equivalencias son estimadas a partir del consumo de agua determinado por CONAGUA (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos. 2007), teniendo como referencia un cuarto hotelero (4 a 5 estrellas) sencillo para dos ocupantes cuyo consumo estimado es de 1,500 L/día.</p>	<p>El proyecto no incluye la construcción u operación de nuevas unidades de alojamiento, por lo que el presente criterio no es vinculante.</p>
CE-19	<p>La densidad para desarrollos turísticos hoteleros es de hasta 10 cuartos por hectárea.</p>	<p>El proyecto no incluye la construcción u operación de nuevas unidades de alojamiento, por lo que el presente criterio no es vinculante.</p>
CE-21	<p>La densidad en fraccionamientos mixtos hotelero-habitacional, se determinará a partir del número de cuartos que resulte de multiplicar la superficie total del predio por la densidad asignada. La conversión de cuartos hoteleros a viviendas se determinará de conformidad con las equivalencias indicadas en el criterio CE-15.</p>	<p>El proyecto no incluye la construcción u operación de nuevas unidades de alojamiento, por lo que el presente criterio no es vinculante.</p>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CE-27	La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35% del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.	La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35% del sitio, es decir, 40,198.60 m <sup>2</sup> . Considerando las áreas de aprovechamiento autorizadas con antelación a la promovente, así como las que se proponen en el proyecto de Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, la superficie de aprovechamiento, incluyendo obras techadas, obras no techadas y áreas verdes ajardinadas, será de 38,642.19 m <sup>2</sup> o 33.6%, por lo que se satisface este criterio de regulación ecológica.
CE-36	Se permite la modificación de hasta el 25% de la superficie del sustrato rocoso de la franja litoral dentro de los predios, para usos recreativos y amenidades (asoleaderos, palapas, albercas marinas). La superficie que se modifique formará parte del área de aprovechamiento del predio.	El proyecto no pretende la modificación de sustrato rocoso de la franja litoral.
CE-38	El suministro parcial de energía eléctrica se deberá llevar a cabo de manera alternativa (Hidrógeno, gas natural, biogás, solares, eólicos, mareomotrices o de otro tipo no contaminante) al menos en un porcentaje igual al 10% del consumo proyectado el desarrollo.	La energía eléctrica que se utilizará en la operación del proyecto se obtendrá de la red de distribución de energía de la Comisión Federal de Electricidad. Para contribuir al uso alternativo de energía se emplearán lámparas solares en jardines y andadores y se empleará tecnología LED para reducir el consumo de energía asociado a la iluminación del inmueble.
CE-53	Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.	El sitio en donde se propone el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya actualmente cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, misma que será sustituida por otra de mejor tecnología, para continuar garantizando la calidad del efluente para su uso en riego de áreas verdes o su inyección al subsuelo.
CE-54	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	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales se continuará informando regularmente a la SEMAQROO en los informes correspondientes al Plan de manejo de residuos especiales con el que cuenta el hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	
CE-55	El desarrollo contará permanentemente con un programa de atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales al medio terrestre o acuático de sustancias contaminantes, residuos líquidos (aguas negras, tratadas o de rechazo) o peligrosos.	El proyecto se integrará al programa de atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales al medio terrestre o acuático de sustancias contaminantes, residuos líquidos (aguas negras, tratadas o de rechazo) o peligrosos con el que cuenta actualmente el hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.
CE-56	En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas de agua y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes.	El proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya incluye la integración de las nuevas obras proyectadas a la red hidrosanitaria existente a fin de canalizar las aguas residuales a la planta de tratamiento de aguas residuales para su debido tratamiento. Las aguas pluviales se descargarán directamente sobre las áreas verdes para su infiltración inmediata en el terreno, por lo que no se prevé la descarga de aguas o arrastre de sedimentos diferentes a los naturales hacia las zonas inundables o áreas costeras adyacentes.
CE-57	En cenotes y lagunas interiores o continentales, solo se permite el empleo de embarcaciones sin motor.	Este criterio no es aplicable toda vez que el proyecto que se propone no incluye actividades en los cuerpos de agua continentales.
CE-59	Cuando se utilicen los cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos en actividades recreativas, los promoventes deberán llevar a cabo el monitoreo del agua para determinar la calidad de esta, conforme a los criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA-001/89 (INE), debiendo presentar reportes semestrales del análisis del agua a la autoridad competente y copia a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	El proyecto no considera el uso de cuerpos de agua continentales para actividades recreativas.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	Los análisis de calidad del agua deberán ser elaborados por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. El promovente deberá presentar el programa de monitoreo del agua junto con el estudio de impacto ambiental respectivo.	
CE-62	Los manglares podrán ser utilizados para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas, en concordancia con la normatividad aplicable. Para tal efecto, deberá realizarse un estudio detallado que demuestre técnicamente que no será rebasada la capacidad de carga del humedal para el metabolismo de nutrientes y que justifique la no afectación de su estructura y funciones ambientales básicas. El estudio que demuestre la viabilidad ambiental del humedal deberá contener; a) un estudio de línea base, b) el estudio de capacidad de carga, c) el programa de manejo de las áreas de vertido e influencia de las aguas residuales tratadas, d) un programa de monitoreo con indicadores ambientales para el ecosistema y e) la planimetría georreferenciada de las áreas de manglar planteadas para el vertido de las aguas residuales tratadas.	El proyecto no prevé el uso de manglares para el tratamiento terciario de aguas residuales, por lo que el presente criterio no es vinculante.
CE-64	Los materiales producto del dragado de mantenimiento de canales interiores serán dispuestos en sitios acondicionados previamente para contenerlos y filtrar el agua.	El proyecto que se somete a evaluación no incluye el dragado de canales por lo que el presente criterio no es vinculante.
CE-68	En el desarrollo de actividades con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en el municipio, éstos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, por lo que el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 dB. La medición de este parámetro debe ser realizada en el sitio donde se desarrolla la actividad por una unidad de verificación registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación, de acuerdo con las técnicas y métodos establecidos en la normatividad aplicable. Los prestadores de servicio deberán presentar reportes	En atención a este criterio se verificará que, durante el desarrollo de las actividades propuestas en la etapa de preparación del sitio y construcción, y en la de operación, los vehículos cuenten con silenciador. Asimismo, durante la operación se tomarán medidas para informar a los proveedores y colaboradores que utilicen vehículos para ingresar a la propiedad de este criterio de regulación ecológica.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	anuales de dichas mediciones a la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Urbano del municipio, así como a la SEDUMA para su valoración e inclusión en la Bitácora Ambiental.	
CE-69	Para el desarrollo de las actividades permitidas solo se podrán emplear motocicletas, triciclos y cuatrimotos con motor de cuatro tiempos, con la finalidad de reducir las emisiones de contaminantes.	Dada la naturaleza de las actividades pretendidas este criterio no es de vinculante.
CE-70	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental 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.	Para la ejecución del proyecto no se instalarán en el sitio del proyecto plantas de premezclado dosificadoras o similares.
CE-71	Se deberá instalar una malla o barrera perimetral para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo.	Durante la etapa de construcción está previsto el empleo de malla en el perímetro de las áreas de aprovechamiento, conservando la vegetación circundante para reducir la dispersión de polvos fuera del sitio del proyecto.
CE-72	Los silos de las maquinarias que almacenan los materiales pétreos o agregados deberán estar equipados con filtros bolsas que retengan las partículas sólidas durante el proceso de carga, permitiendo la salida del aire libre de partículas de mezcla. El dosificador múltiple deberá contar con un colector filtro bolsa, el cual captará las partículas emitidas durante la descarga de los materiales pétreos, el cemento, el agua y los aditivos a los camiones de mezclado (ollas). Las bandas de abastecimiento deberán tener una tolva que minimice la emisión de partículas suspendidas.	Para la ejecución del proyecto no se utilizarán máquinas que ocupen silos.
CE-73	En las áreas de carga y mezclado de materiales pétreos deberán instalarse cortinas o barreras, con la finalidad de minimizar la dispersión de partículas sólidas volátiles a la atmósfera y mantenerlas dentro de los niveles máximos permisibles	Para la ejecución del proyecto no se utilizarán áreas de carga y mezclado de materiales pétreos.



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993.	
CE-75	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	Durante el traslado de materiales pétreos se verificará que los transportistas utilicen lona antidispersante o similar para minimizar la dispersión de partículas de polvo.
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	El predio de interés se ubica al lado de una playa apta para la anidación de tortugas marinas; y aunque las obras pretendidas no comprometen el área de anidación porque no se desarrollarán en la playa la empresa promotora ha tomado acciones que garantizan la conservación de la playa y la protección de los quelonios y forma parte del conjunto de empresas que en coordinación con la Dirección de Medio Ambiente y Cambio Climático del Municipio de Solidaridad participan en el Programa de Protección de Conservación de Tortuga Marinas de Solidaridad (se anexa convenio de colaboración 2020). Las medidas que se implementan actualmente incluyen capacitación al personal del hotel, divulgación de información sobre el cuidado y protección de la tortuga marina dirigida al huésped, vigilancia nocturna de la playa en la temporada de anidación, marcaje y protección de nidos, registro y protección de crías, reporte de actividades a la autoridad municipal, control de iluminación de la playa y de tránsito en la zona de playa durante la temporada de arribo de tortugas marinas.
CE-80	Previo al aclareo que se permite en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas se deberá realizar el rescate de los árboles con diámetros menores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de 1.30 m, mismos que se estabilizarán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección	El proyecto que se propone no requiere el aclareo de vegetación alrededor de cenotes o accesos a cuevas, por lo que esta acción no es vinculante.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CE-81	Las cercas, bardas o muros perimetrales que se instalen en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y ecosistemas deberán permitir el libre paso de la fauna silvestre.	Durante la etapa de construcción está previsto el empleo de malla en el perímetro de las áreas de aprovechamiento para prevenir impactos a la fauna silvestre, misma que será removida al término de la etapa de construcción. Los muros que se proponen en el proyecto son principalmente decorativos por lo que no impedirán el libre paso de fauna silvestre.
CE-83	Las vialidades interiores y de acceso al desarrollo deberán contar con elementos y sistemas de protección que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre entre las zonas de conservación y áreas naturales.	El proyecto no requiere hacer ajustes a la vialidad de acceso o interna existente, la cual ya incluye elementos que facilitan el libre tránsito de fauna silvestre entre las zonas de conservación, como el puente elevado sobre la sección de humedal que atraviesa el sitio del proyecto, así como reductores de velocidad.
CE-84	En caso de ser necesario se establecerán sitios de albergue temporal de fauna rescatada durante las etapas de preparación del terreno, construcción y operación, con apego a lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre.	En caso necesario se seguirá esta recomendación, pero no se anticipa que pueda ocurrir ya que se implementarán acciones de ahuyentamiento previo al inicio de la etapa de preparación del terreno.
CE-85	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, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se mantendrá en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a áreas verdes y jardines, a fin de integrar tales elementos al paisaje natural, previendo la conservación dentro de las áreas de aprovechamiento de 238.32 m <sup>2</sup> con vegetación nativa.
CE-87	Se deberán mantener en pie 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.	El desarrollo del proyecto no incluye la afectación de árboles con DAP igual o mayor a 40 cm.
CE-89	El diseño de proyectos adyacentes a predios con edificios e instalaciones en proceso de construcción o de operación, debe considerar las áreas impactadas por estos y las áreas de conservación que mantengan su vegetación primaria. Esto con la finalidad de que las áreas de conservación que defina el proyecto	El proyecto propuesto consideró las áreas impactadas y las áreas de conservación que forman parte actualmente del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, asegurando la contigüidad y continuidad del ecosistema, manteniendo corredores biológicos que facilitan el libre tránsito de la fauna

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	aseguren la contigüidad del ecosistema y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística.	silvestre y asegurando el mantenimiento de la diversidad florística y faunística. Tras la ejecución del proyecto se mantendrán como áreas naturales 76,210.96 m <sup>2</sup> dentro del sitio del proyecto, equivalentes a 66.4 % de éste.
CE-91	En las playas, dunas y post dunas solo se permite el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición, fuera de temporada de anidación de tortuga marina y en predios y en áreas concesionadas a nombre del promovente de la actividad.	Dada la naturaleza del proyecto propuesto este criterio no es vinculante.
CE-92	En las playas, dunas y post dunas solo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como para las actividades autorizadas que hagan las personas públicas o privadas participantes en los programas de protección a la tortuga marina.	Dada la naturaleza del proyecto propuesto este criterio no es vinculante.
CE-93	Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.	El proyecto que se propone no incluye obras e instalaciones permanentes o temporales dentro de la franja de 10 m aledaña a los terrenos ganados al mar o Zona federal Marítimo Terrestre, por lo que este criterio no es vinculante.
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.	En las áreas a intervenir dentro del predio no se observó vegetación exótica invasora de acuerdo con el Listado de especies exóticas invasoras publicado por la CONABIO.
CE-96	La restauración o rehabilitación de manglares afectados se deberá realizar de conformidad con lo establecido en la normatividad aplicable.	Aunque en el sitio del proyecto hay vegetación de manglar, las obras que se proyectan no le afectarán, por lo cual el presente criterio no es de observancia.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CE-97	Los embarcaderos y muelles dentro del sistema de canales deberán permitir el libre paso de fauna acuática.	Dada la naturaleza del proyecto propuesto este criterio no es vinculante.
CE-100	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 solo 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.	En las áreas a intervenir para el desarrollo del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, no se observaron cenotes ni cuevas por lo que el presente criterio no es vinculante.
CE-101	En todas sus fases -construcción, operación y mantenimiento- el desarrollo deberá contar con un programa de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente o refuerce los fines de los demás programas aplicables al proyecto.	Para la difusión de información y concientización en materia ambiental se utilizarán carteles y pictogramas que promuevan la importancia de la conservación y cuidado de las áreas naturales.
CE-102	Con la finalidad de evitar el efecto de islas de calor se deberá establecer, en por lo menos el 50 % de las losas planas de las construcciones, un jardín de azotea o roof garden en el que se utilicen preferentemente especies nativas.	Por diseño el proyecto no incluye el establecimiento de roof gardens, no obstante, mantendrá en el sitio del proyecto una cobertura vegetal con áreas verdes naturales de 64.53% y áreas verdes ajardinadas en 12.49%, garantizando así que no se dará lugar al efecto de islas de calor.
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado.	Dada la naturaleza del proyecto propuesto este criterio no es vinculante.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.	Dada la naturaleza del proyecto propuesto este criterio no es vinculante.
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	Dada la naturaleza del proyecto propuesto este criterio no es vinculante.
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, solo se permitirá la delimitación de este con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	Dada la naturaleza del proyecto propuesto este criterio no es vinculante.
CE-107	Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y subsuperficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.	En el diseño del proyecto se consideraron los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia tomando en cuenta la información histórica registrada durante la operación del hotel Maroma.
CE-108	Se deberá garantizar el funcionamiento hidrodinámico de los canales interiores. Su diseño constructivo y operación se deberá fundamentar en estudios especializados, los que se presentarán de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental respectivo.	Dada la naturaleza del proyecto propuesto este criterio no es vinculante.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CE-109	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 de este. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	El proyecto no contempla la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares.

### III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

Tras hacer la compulsa con las áreas administradas por la Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano, se determinó que en el sitio del proyecto se ubica fuera de las poligonales decretadas como Áreas Naturales Protegidas, la aseveración anterior se puede apreciar en la siguiente imagen.

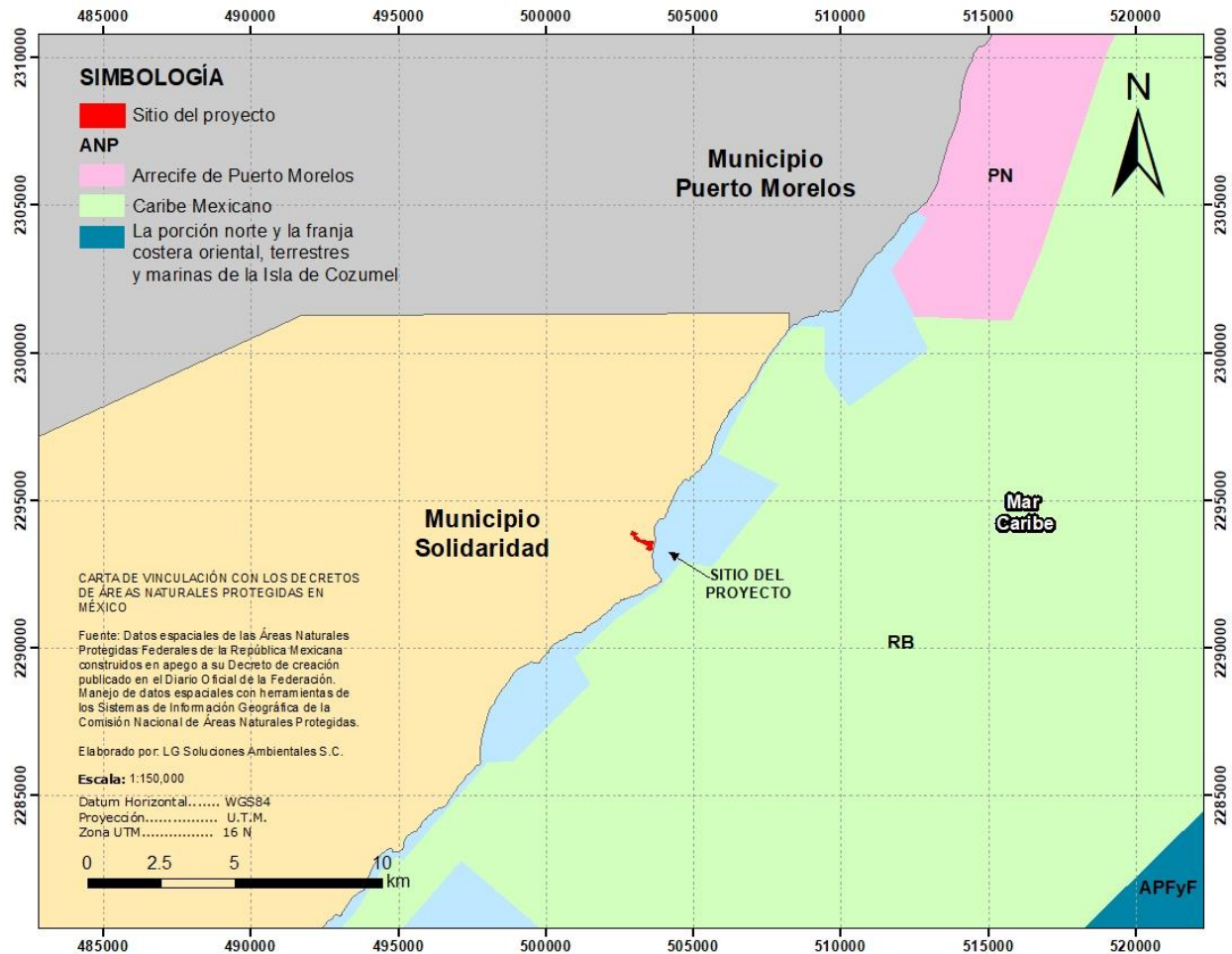


Figura 30. Carta de vinculación del sitio del proyecto con las Áreas Naturales Protegidas de México.

### III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

#### III.4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, establece el listado de especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional, establecidas por esta Norma. Y, dado que el promovente no pretende promover inclusión, exclusión o cambio de especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, esta Norma no es aplicable al proyecto en este sentido, sin embargo, es un referente para la aplicabilidad de algunos artículos de la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente, así como la Ley General de Vida Silvestre.

Al interior del sitio del proyecto, se observaron ejemplares de Palma Chit (*Thrinax radiata*), especie incluida en la Norma bajo la categoría de Amenazada. Por otra parte, entre la fauna presente en el sitio se registró la Iguana Negra de Cola Espinosa (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especie Amenazada; también se registró el Perico Pecho Sucio (*Eupsittula nana*) (que aparece en la citada Norma como *Aratinga nana*) y el Loro Frente Blanca (*Amazona albifrons*), ambos con la categoría de Protección especial.

Para prevenir afectaciones a las especies de flora presentes en las áreas de aprovechamiento proyectadas se propone el rescate y reubicación de la vegetación que se desarrolla sobre la SCUSTF que se solicita, la conservación dentro de las áreas de aprovechamiento de 238.32 m<sup>2</sup> con vegetación nativa que se mantendrán en el sitio como áreas verdes naturales; y el uso de letreros indicativos que adviertan sobre la presencia de flora de interés legal e importancia ecológica. Por otra parte, se prevé la ejecución de un Programa de preservación de fauna silvestre que propicie el ahuyentamiento de los ejemplares de la fauna silvestre durante la etapa constructiva, anticipando su retorno a las áreas verdes naturales que se conservarán dentro del sitio del proyecto al término de los trabajos de construcción, por lo que el impacto sobre sus poblaciones no será permanente.

#### III.4.2 Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003

La Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, define los humedales costeros como “*ecosistemas costeros de transición entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófito e hidrófito, estacional o permanente, y que dependen de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluyen las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad con relación al nivel medio de la marea más baja*” (Apartado 3.36).

El apartado 4.0 de la Norma, Especificaciones, establece que “*el manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad de este, para ello se contemplarán los siguientes puntos:*

- *La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;*
- *La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;*



- Su productividad natural;
- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
- La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
- Cambio de las características ecológicas;
- Servicios ecológicos;
- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en estatus, entre otros).

Considerando que en el sitio del proyecto se cuantificaron 22,629.47 m<sup>2</sup> de terrenos que forman parte de un humedal con vegetación de manglar, y aunque este no será afectado en modo alguno por el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya porque las área de aprovechamiento están distantes y esta sección del sitio del proyecto se mantendrá en su estado natural, en el Cuadro 37 se presenta un análisis de la vinculación del proyecto con las especificaciones 4.1 a 4.42 y el Adendum 4.43<sup>15</sup>.

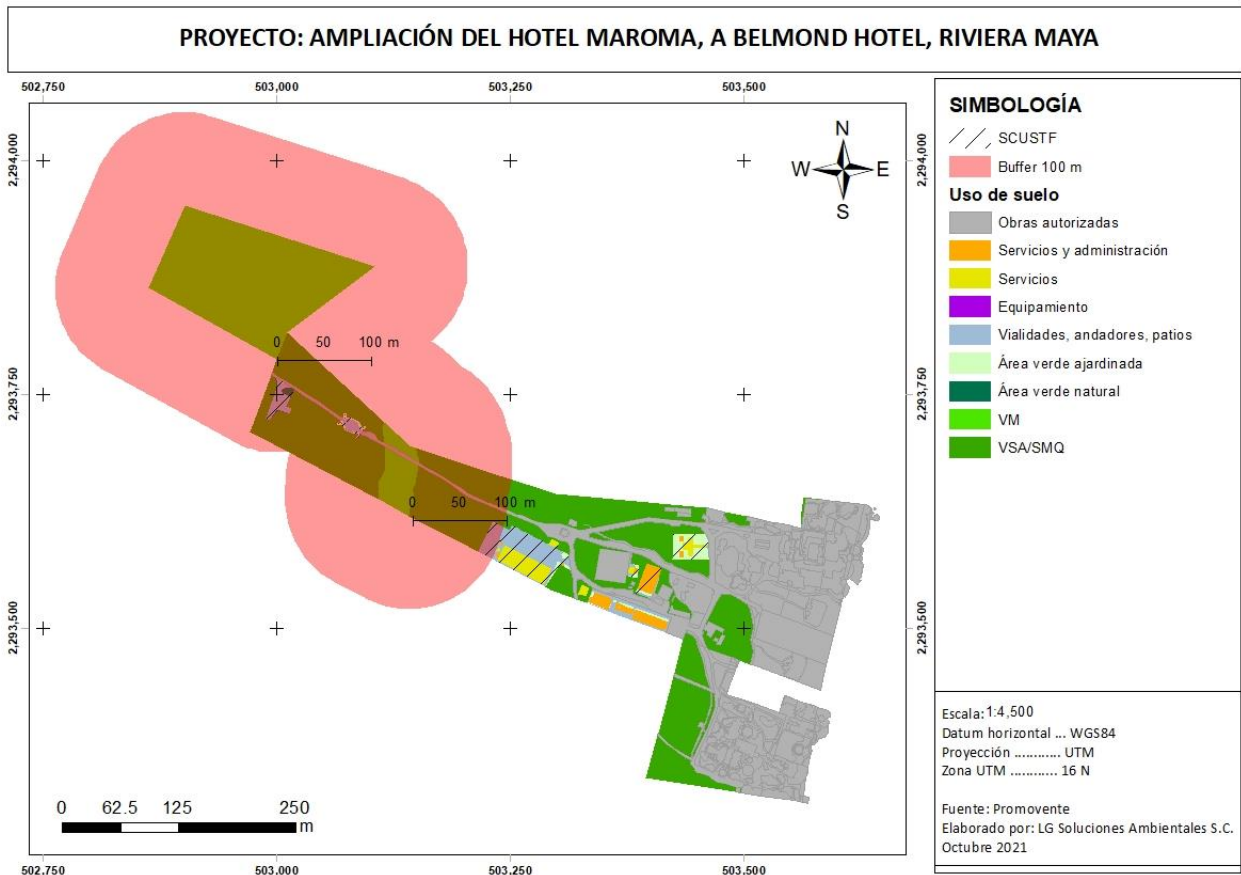


Figura 31. Ubicación geográfica del humedal con vegetación de manglar dentro del sitio del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, indicando el área de restricción (E. 4.16).

<sup>15</sup> Acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Diario Oficial de la Federación Viernes 7 de mayo de 2004.

*Cuadro 37. Análisis y vinculación del Proyecto con las especificaciones incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.*

<b>Especificaciones de la Norma</b>	<b>Análisis de la vinculación con el proyecto</b>
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El proyecto no incluye obras de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que pongan en riesgo la dinámica e integridad ecológica del humedal costero, por lo que el presente criterio no es vinculante.
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	El proyecto no incluye obras de canalización que afecten la vegetación de manglar, por lo que el presente criterio no es vinculante.
4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, azolvamiento y modificación del balance hidrológico.	El proyecto no incluye obras de canalización que afecten la vegetación de manglar, por lo que el presente criterio no es vinculante.
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	El proyecto que se propone no es ni incluye el establecimiento de infraestructura marina fija o de cualquier obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas con vegetación de manglar, por lo que el presente criterio no es vinculante.
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	El proyecto no incluye la construcción de bordos que pudieran bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero, por lo que el presente criterio no es vinculante.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y azolvamiento.	El desarrollo del proyecto no provocará degradación del humedal presente en el sitio del proyecto, por contaminación o azolvamiento puesto que incluye la infraestructura necesaria para la captación, tratamiento y disposición de las aguas residuales y residuos sólidos que se generarán y en ningún caso verterá aguas residuales, tratadas o no, ni depositará residuos sólidos al humedal.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno	Para el manejo de aguas residuales se cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales (misma que será sustituida por otra con mejor tecnología), cuyo efluente se empleará para el riego de áreas verdes previa verificación de la calidad del agua tratada de acuerdo con

<b>Especificaciones de la Norma</b>	<b>Análisis de la vinculación con el proyecto</b>
disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad de este.	los parámetros de la normatividad aplicable; en tanto que las demás se inyectarán a pozo profundo. Con estas acciones se devuelve a la cuenca que alimenta a los humedales costeros el agua aprovechada.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	Las aguas negras que se generen durante la etapa constructiva del proyecto serán contenidas en sanitarios portátiles que para tal efecto se rentarán. Dichas aguas serán manejadas y dispuestas por la empresa arrendataria fuera del sitio del proyecto y del área de influencia de la cuenca hidrológica. Por otro lado, las aguas residuales resultantes de la operación del proyecto se colectarán mediante el sistema de drenaje sanitario interno y se conducirán a la planta de tratamiento de aguas residuales del hotel, por lo que en ningún momento se pone en riesgo el humedal.
4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	Plan Costa Maya, S.A. de C.V. cuenta con Título de Concesión número 12QNR150242/32EMDL12 que le permite verter a la unidad hidrológica las aguas de rechazo de la planta desaladora y las aguas tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales. La empresa monitorea constantemente la calidad del agua que se descarga y lo reporta a la CONAGUA de conformidad con los términos establecidos en el Título referido.
4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	El proyecto no incluye la extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes al humedal con vegetación de manglar, por lo que el presente criterio no es de observancia. La extracción de agua del subsuelo se realiza al amparo del Título de Concesión número 12QNR150242/32EMDL12, en los puntos de extracción y en los volúmenes autorizados.
4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	El proyecto no incluye, en ninguna de sus etapas, la introducción de ejemplares o poblaciones de flora o fauna, que se puedan tornar perjudiciales para el humedal costero con vegetación de manglar.

<b>Especificaciones de la Norma</b>	<b>Análisis de la vinculación con el proyecto</b>
<p>4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.</p>	<p>El humedal presente en el sistema ambiental definido para el análisis ambiental del proyecto no tiene condiciones estuarinas y no presenta, al menos en la porción continental mezclas de agua dulce y salada, por lo que este criterio no es vinculante.</p>
<p>4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobreposición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.</p>	<p>Esta especificación no es vinculante ya que el proyecto no requiere trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal. El puente elevado que forma parte de la vialidad de acceso al hotel que atraviesa una sección del humedal presente en el sitio del proyecto garantiza el libre flujo hidráulico y el libre paso de la fauna. Durante la etapa de operación del proyecto es previsible que se requieran trabajos de mantenimiento de la estructura, durante los cuales se garantizará que se mantengan las actuales condiciones de operación.</p>
<p>4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.</p>	<p>Esta especificación no es vinculante ya que el proyecto no incluye la construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero.</p>
<p>4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.</p>	<p>Los servicios incluidos en el proyecto de Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, ni los existentes interfieren con el estado actual del humedal.</p>
<p>4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la</p>	<p>El Proyecto no consiste o implica actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva o infraestructura urbana. Se trata, sin embargo, de un proyecto hotelero que corresponde a una actividad productiva y como las obras y actividades proyectadas no guardarán la distancia mínima que establece este</p>

<b>Especificaciones de la Norma</b>	<b>Análisis de la vinculación con el proyecto</b>
vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	critero con el área de distribución de la vegetación, con fundamento en el Acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la Norma se establecen medidas de compensación en beneficio de los humedales (Ver apartado 4.43 en esta tabla).
4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	Como se manifestó en el Capítulo II de este documento, la obtención de material para construcción se hará de un banco de préstamo de material pétreo autorizado por la autoridad competente o de alguna casa comercial con licencia de funcionamiento vigente. Lo anterior garantiza que la explotación de los bancos de préstamo esté autorizada en materia de impacto ambiental y que sus impactos no afectarán el humedal, ni tendrán influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El proyecto, en ninguna de sus etapas, considera acción alguna que implique el relleno, desmonte, quema o desecación del humedal costero localizado en el sitio del proyecto.
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	El desarrollo del proyecto no incluye la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	La disposición final de los residuos se hará mediante un recolector autorizado en los sitios autorizados para tal fin. En ningún momento se hará disposición de residuos sólidos en el humedal.
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semi-intensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10 % de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de	El proyecto no pretende la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semi-intensivas, por lo que esta especificación no es vinculante.

<b>Especificaciones de la Norma</b>	<b>Análisis de la vinculación con el proyecto</b>
carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	
4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	El proyecto no pretende la instalación de infraestructura acuícola, por lo que esta especificación no es vinculante.
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	El proyecto no incluye obras de canalización, no afecta canales naturales, ni incluye construcción en áreas del humedal, por lo que esta especificación no es vinculante.
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	El proyecto no pretende la instalación de infraestructura acuícola, por lo que esta especificación no es vinculante.
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	El proyecto no pretende la instalación de infraestructura acuícola, por lo que esta especificación no es vinculante.
4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	El proyecto no incluye obras de canalización, ni canales de llamada para extraer agua de la unidad hidrológica, por lo que esta especificación no es vinculante.
4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	El proyecto no incluye actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, por lo que esta especificación no es vinculante.
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y	Salvo el puente piloteado que forma parte de la vialidad de acceso al hotel y que atraviesa el humedal ninguna obra existente del hotel Maroma o del proyecto de ampliación estará ubicada dentro del humedal, por lo que esta especificación no es vinculante.

Especificaciones de la Norma	Análisis de la vinculación con el proyecto
percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	El proyecto no incluye actividades de turismo náutico en los humedales, por lo que esta especificación no es vinculante.
4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	Dada la naturaleza del proyecto que se propone este criterio no es vinculante.
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	Durante la operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya se realizan actividades de turismo educativo, ecoturismo y de observación de aves aprovechando los senderos y brechas existentes en la selva en el sistema ambiental definido para el análisis del proyecto y que cruzan el humedal en algunos puntos. Estas actividades son de bajo impacto, se realizan a pie o en bicicleta y no representan riesgo de disturbio a zonas de anidación de fauna silvestre, ni propician la compactación del sustrato.
4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 Km de longitud con respecto al eje mayor deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 Km uno de otro.	El proyecto no incluye obras o instalaciones que fragmenten el humedal, por lo que esta especificación no es vinculante.
4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	El proyecto no es ni incluye obras de canalización, por lo que esta especificación no es vinculante.

Especificaciones de la Norma	Análisis de la vinculación con el proyecto
<p>4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.</p>	<p>El proyecto no incluye o implica actividades o acciones que pudieran derivar en la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros, puesto que las obras proyectadas se desplantarán fuera de las áreas ocupadas por el humedal, por lo que esta especificación no es vinculante.</p>
<p>4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.</p>	<p>La promovente mantendrá la totalidad de la superficie de humedal presente en el sitio del proyecto como área de conservación, sin intervención, por lo que no se considera necesario implementar acciones de restauración. Con fines de protección se propone llevar a cabo acciones de vigilancia, limpieza y educación ambiental.</p>
<p>4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.</p>	<p>La promovente mantendrá la zona de humedal como área de conservación, procurando que permanezca inalterada por causas antropogénicas.</p>
<p>4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidades vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.</p>	<p>El proyecto propuesto y la operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, favorece y propicia la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidades vegetales y animales mediante los procesos de riego de áreas verdes con aguas tratadas, inyección de demasías al subsuelo y las descargas de aguas de rechazo al lecho profundo, que reincorporan las agua aprovechadas a la unidad hidrológica; así como mediante la conservación del ecosistema en condiciones naturales y los trabajos de limpieza que se realizan periódicamente para retirar cualquier residuo que accidentalmente pueda llegar al humedal.</p>
<p>4.38 Los programas y proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.</p>	<p>Dadas las características particulares del proyecto que se propone y con sustento en el ítem 4.43 no se requiere de la elaboración de un programa o proyecto de restauración de manglares.</p>



Especificaciones de la Norma	Análisis de la vinculación con el proyecto
<p>4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.</p>	<p>Dadas las características particulares del proyecto que se propone y con sustento en el ítem 4.43 no se requiere de la elaboración de un programa o proyecto de restauración de manglares.</p>
<p>4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.</p>	<p>Dadas las características particulares del proyecto que se propone y con sustento en el ítem 4.43 no se requiere de la elaboración de un programa o proyecto de restauración de manglares.</p>
<p>4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.</p>	<p>Dadas las características particulares del proyecto que se propone con sustento en el ítem 4.43 no se requiere de la elaboración de un programa o proyecto de restauración de manglares.</p>
<p>4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.</p>	<p>Aunque el proyecto no se desarrollará en un humedal costero se incluye en el Capítulo IV de este documento la descripción de la unidad de gestión ambiental que corresponde al sistema ambiental definido para el análisis del proyecto y que contiene parte de la cuenca hidrológica donde se desarrolla humedal costero.</p>
<p>4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.</p>	<p>Las obras y actividades proyectadas no son contrarias a las prohibiciones establecidas en los numerales 4.4 y 4.22, o a la limitación establecida en el numeral 4.14. Sin embargo, toda vez dentro del sitio del proyecto existen fracciones de humedal y que algunas de las obras y actividades que se pretenden ejecutar se localizan a menos de 100 m del límite de la vegetación, se incumple con la limitación establecida en el numeral 4.16 de la Norma. Considerando lo anterior, se proponen como medidas de compensación en beneficio de los humedales las siguientes acciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mantener la totalidad de la superficie del humedal presente en el sitio del proyecto como área de conservación.</li> <li>2) Mantener el flujo hidrológico superficial dentro y en las inmediaciones del humedal presente en el sitio del proyecto.</li> </ol>

Especificaciones de la Norma	Análisis de la vinculación con el proyecto
	<p>3) Mantener la continuidad de la vegetación del humedal en el sitio del proyecto.</p> <p>4) Incluir como parte del curso de inducción que se da a todo el personal operativo, una capacitación sobre la importancia de los humedales costeros.</p> <p>5) Colocar en la vecindad del área de conservación letreros que orienten a los huéspedes del hotel y colaboradores, sobre la importancia del manglar y de su estatus de protección.</p> <p>6) Llevar a cabo acciones periódicas de verificación y, en su caso, de limpieza de residuos sólidos que pudieran estar presentes en el área de conservación, registrando esta acción en una bitácora.</p> <p>7) Monitorear el estado de conservación del área destinada a conservación a fin de llevar un registro de las condiciones particulares que guarde la misma, con énfasis en la extensión con presencia de ejemplares de mangle botoncillo, el desarrollo de los individuos (altura, diámetro, fructificación y sanidad), la presencia de fauna silvestre asociada y la conservación del flujo hidrológico superficial. Esta acción permitirá medir en qué grado se mantiene la integralidad del área conservada y de sus servicios ambientales; permitiendo estar en posibilidad de tomar decisiones que prevengan, mitiguen o corrijan impactos ambientales adversos por la operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.</p> <p>Estas medidas se consideran adecuadas para <u>compensar</u> el efecto del proyecto sobre el humedal, toda vez que éste no implica la reducción de la superficie del humedal dentro del sitio del proyecto, ni afectación alguna que le cause daño, pérdida de biodiversidad o de los servicios ambientales que actualmente presta al sistema ambiental del cual forma parte.</p>

#### III.4.3 Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994

La Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.

De acuerdo con esta norma, se considera una fuente fija a toda instalación establecida en un solo lugar que tenga como finalidad desarrollar actividades industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Por tanto, dada la naturaleza del proyecto y que durante su operación podrá hacerse uso de fuentes sonoras, éste se considerará una fuente fija a partir de que inicie operaciones.

Con sustento en el Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 la operación del hotel deberá transcurrir manteniendo los niveles de ruido por debajo del límite de 68 dB en horario de 6:00 a 22:00 horas y de 65 dB en horario de 22:00 a 6:00 horas. Y para su cumplimiento, deberán acatarse las siguientes estrategias:

- Colocar las fuentes de emisión de ruido únicamente al interior de edificaciones.
- Mantener visible dentro de la instalación los límites máximos permisibles del nivel sonoro a fin de que el encargado o responsable de la operación del equipo de sonido lo tenga presente.
- Contar con un sonómetro que permita monitorear el ruido generado por la fuente fija y regular continuamente los niveles de emisión.
- Medir y registrar el nivel de ruido generado por la fuente fija durante su operación con la frecuencia que determine la autoridad competente, normalmente una vez al año.

#### III.4.4 Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011

La 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, tiene como objetivo *establecer los niveles máximos permisibles de emisión de humo, partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de los equipos de combustión de calentamiento indirecto que utilizan combustibles convencionales o sus mezclas, con el fin de proteger la calidad del aire y es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal y local que utilizan equipos de combustión de calentamiento indirecto con combustibles convencionales o sus mezclas en la industria, comercios y servicios.*

Toda vez que el proyecto incluye la instalación y operación de calentadores con capacidad térmica nominal mayor a 530 megajoules por hora, que se abastecerán con gas LP y el sitio del proyecto no se encuentra en una Zona Crítica<sup>16</sup>, estos deberán cumplir con los límites máximos de emisión de contaminantes que establece la Norma para el “resto del país”<sup>17</sup> (Cuadro 38) y llevar una bitácora de operación y mantenimiento de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y de control de emisiones.

---

<sup>16</sup> 4.24 Zonas Críticas (ZC): Aquellas en las que por sus condiciones topográficas y meteorológicas se dificulte la dispersión o se registren altas concentraciones de contaminantes a la atmósfera; se consideran zonas críticas las zonas metropolitanas indicadas en los incisos 4.24.1 a 4.24.3 y, además, aquellas regiones y centros de población listados en los numerales 4.24.4 a 4.24.9.

<sup>17</sup> 4.23 Resto del País (RP): Para efectos de esta norma oficial mexicana, es toda la extensión territorial nacional excluyendo las Zonas Críticas.

*Cuadro 38. Niveles máximos permisibles de emisión de equipos nuevos<sup>1</sup> que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011 para el “resto del país” (RP). Valores expresados en unidades de concentración. Fuente: Tabla 2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011.*

Capacidad térmica nominal del equipo (GJ/h)	Tipo de combustible	Humo (# de mancha)	Partículas (mg/m <sup>3</sup> )	Bióxido de azufre (ppm <sub>v</sub> )	Óxidos de nitrógeno (ppm <sub>v</sub> )	Monóxido de carbono (ppm <sub>v</sub> )
Mayor de 0.53 a 5.3 (Mayor de 15 a 150 CC)	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	500

(1) Para el caso de Partículas, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO los límites se establecen como concentraciones en volumen y base seca, en condiciones de referencia de 25 °C, 101 325 Pa (1 Atm) y 5 % de O<sub>2</sub>.

#### III.4.5 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996

La Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

De acuerdo con las especiaciones establecidas en la Norma la concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en las Tablas 2 y 3 de la Norma Oficial Mexicana. El rango permisible del potencial Hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades. Para determinar la contaminación por patógenos se tomará como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

Adicionalmente, la promovente debe sujetarse a las condiciones particulares de descarga de aguas residuales indicadas en el Título de Concesión vigente emitido por la CONAGUA para la descarga de las aguas de rechazo de la planta desaladora y la descarga de aguas residuales tratadas, que son las que se indican a continuación.

*Cuadro 39. Condiciones particulares de descarga de aguas residuales a las que está obligada la empresa Plan Costa Maya, S.A. de C.V. Fuente: Título de Concesión 12QNR150242/32EMDL12.*

Parámetro	Concentración promedio mensual	Concentración promedio diario	Carga (kg/día)	Unidades
Arsénico total	0.20	0.40		mg/l
Cadmio total	0.20	0.40		mg/l
Cianuro total	1.00	3.00		mg/l
Cobre total	4.00	6.00		mg/l
Coliformes fecales	1,000.00	2,000.00		NMP/100 ml
Cromo total	1.00	1.50		mg/l

Parámetro	Concentración promedio mensual	Concentración promedio diario	Carga (kg/día)	Unidades
Demanda bioquímica de oxígeno	150.00	200.00	32.9630	mg/l
Fósforo total	20.00	30.00	4.9445	mg/l
Grasas y aceites	15.00	25.00	4.1204	mg/l
Materia flotante	Ausente	Ausente		Malla de 3 mm
Mercurio total	0.01	0.02		mg/l
Nitrógeno total	40.00	60.00	9.8889	mg/l
Níquel total	2.00	4.00		mg/l
Plomo total	0.50	1.00		mg/l
Sólidos suspendidos totales	150.00	200.00	32.9630	mg/l
Sólidos Sedimentables	1.00	2.00		mg/l
Temperatura	NA	NA		°C
Zinc total	10.00	20.00		mg/l
pH	5 - 10	5 - 10		unidades

El pH se deberá medir instantáneamente y el rango permisible no debe ser menor de 5 ni mayor de 10 unidades.

A fin de determinar el cumplimiento a la Norma la promovente está obligada a realizar el monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el Promedio Diario y el Promedio Mensual, entregando por escrito a la CONAGUA un reporte anual de dicho monitoreo, resultante del muestreo y análisis semestral. Para tal efecto deberá efectuar el cálculo de las cargas máximas descargadas, en Kg/día, calculadas con base en el Promedio Diario y el caudal total descargado el mismo día de la toma de muestras, para los parámetros Grasas y Aceites, Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>). Los análisis de calidad del agua deberá llevarlos a cabo una Unidad de Verificación debidamente acreditada.

#### III.4.6 Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997

La Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, tiene el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reúso, y cuando el servicio al público se realiza por terceros, esta responsabilidad recae en éstos, desde la producción del agua tratada hasta su reúso.

Esta Norma es aplicable al proyecto porque las aguas tratadas se emplean para el riego de áreas verdes, es decir, tiene reúso en servicios al público con contacto indirecto u ocasional.

Los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas son los establecidos en la Tabla 1 de la Norma y que se indican en el Cuadro 40. Adicionalmente, la materia flotante debe estar ausente en el agua residual tratada y no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna que corresponde a embalses

naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la Tabla 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 (Cuadro 41).

*Cuadro 40. Límites máximos de contaminantes en las aguas residuales que se reúsan para riego de áreas verdes en el hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. Fuente: Tabla 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.*

Tipo de reúso	Promedio mensual				
	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	Huevos de Helminto (h/l)	Grasas y Aceites (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	SST (mg/l)
Servicios al público con contacto indirecto u ocasional	1,000	≤ 5	15	30	30

*Cuadro 41. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros aplicables a las aguas residuales tratadas que se reúsan para riego. Fuente: Tabla 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.*

Parámetro	Concentración promedio mensual	Concentración promedio diario	Unidades
Arsénico	0.20	0.40	mg/l
Cadmio	0.20	0.40	mg/l
Cianuro	2.00	3.00	mg/l
Cobre	4.00	6.00	mg/l
Cromo	1.00	1.50	mg/l
Mercurio	0.01	0.02	mg/l
Níquel	2.00	4.00	mg/l
Plomo	0.50	1.00	mg/l
Zinc	10.00	20.00	mg/l

Los responsables del tratamiento de las aguas residuales que las reúsan en servicios al público tienen la obligación de realizar el monitoreo de las aguas tratadas en los términos de esta Norma y de conservar los registros de la información resultante del muestreo y análisis de al menos los últimos tres años. Los análisis de calidad del agua deberá llevarlos a cabo una Unidad de Verificación debidamente acreditada.

#### III.4.7 Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002

La Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, establece las especificaciones y los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de posibilitar su

aprovechamiento o disposición final y proteger al medio ambiente y la salud humana; es de observancia obligatoria para todas las personas físicas y morales que generen lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

De acuerdo con la especificación 4.1 de la Norma las personas físicas o morales interesadas en llevar a cabo el aprovechamiento o disposición final de los lodos y biosólidos a que se refiere esta Norma deberán de recabar la “constancia de no peligrosidad de estos” en términos del trámite SEMARNAT-07-007. Una vez cumplido lo anterior los lodos y biosólidos pueden ser manejados como residuos no peligrosos para su aprovechamiento o disposición final como se establece en la presente Norma. Para que los biosólidos puedan ser aprovechados deben cumplir con la especificación 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8; y lo establecido en las tablas 1, 2 y 3 de la presente Norma, a saber:

4.4 Los generadores de biosólidos deben controlar la atracción de vectores, demostrando su efectividad. Para lo cual se pueden aplicar cualquiera de las opciones descritas, de manera enunciativa pero no limitativa, en el Anexo 1 u otras que el responsable demuestre que son útiles para ello. Se deben conservar los registros del control por lo menos durante los siguientes 5 (cinco) años posteriores a su generación.

4.5 Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana los biosólidos se clasifican en tipo: excelente y bueno en función de su contenido de metales pesados; y en clase: A, B y C en función de su contenido de patógenos y parásitos.

4.6 Los límites máximos permisibles de metales pesados se establecen en la tabla 1.

Tabla 1. Límites máximos permisibles para metales pesados en biosólidos.

<b>Contaminante (determinados en forma total)</b>	<b>Excelentes mg/kg en base seca</b>	<b>Buenos mg/kg en base seca</b>
Arsénico	41	75
Cadmio	39	85
Cromo	1,500	3,000
Cobre	1,200	4,300
Plomo	300	840
Mercurio	17	57
Níquel	420	420
Zinc	2,800	7,500

4.7 Los límites máximos permisibles de patógenos y parásitos en los lodos y biosólidos se establecen en la tabla 2.

Tabla 2. Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en lodos y biosólidos.

CLASE	Indicador Bacteriológico de Contaminación	Patógenos	Parásitos
	Coliformes fecales NMP/g en base seca	<i>Salmonella spp.</i> NMP/g en base seca	Huevos de helmintos/g en base seca
A	Menor de 1,000	Menor de 3	Menor de 1 <sup>a</sup>
B	Menor de 1,000	Menor de 3	Menor de 10
C	Menor de 2,000,000	Menor de 300	Menor de 35

<sup>a</sup> Huevos de helmintos viables.

NMP = número más probable

4.8 El aprovechamiento de los biosólidos se establece en función del tipo y clase, como se especifica en la tabla 3 y su contenido de humedad hasta el 85%.

Tabla 3. Aprovechamiento de biosólidos.

Tipo	Clase	Aprovechamiento
Excelente	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación</li> <li>• Los establecidos para clase B y C</li> </ul>
Excelente o Bueno	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación</li> <li>• Los establecidos para clase C</li> </ul>
Excelente o Bueno	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos forestales</li> <li>• Mejoramiento de suelos</li> <li>• Usos agrícolas</li> </ul>

Para la disposición final de los lodos y biosólidos, éstos deben cumplir con la especificación 4.1 y con los límites máximos permisibles para el contenido del indicador de contaminación, patógenos y parásitos especificados en la tabla 2, para clase C.

El generador de lodos y biosólidos por medio de laboratorios acreditados debe realizar los muestreos y análisis correspondientes para demostrar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana y deberá conservar los registros por lo menos los siguientes 5 (cinco) años posteriores a su realización. La frecuencia de muestreo y análisis para los lodos y biosólidos se realizará en función del volumen de lodos generados como se establece en la tabla 4.

Tabla 4. Frecuencia de muestreo y análisis para lodos y biosólidos.

Volumen generado por año (Ton/año) en base seca	Frecuencia de muestreo y análisis	Parámetros por determinar
Hasta 1,500	Una vez al año	Metales pesados, indicador bacteriológico de contaminación, patógenos y parásitos



Volumen generado por año (Ton/año) en base seca	Frecuencia de muestreo y análisis	Parámetros por determinar
Mayor de 1,500 hasta 15,000	Una vez por semestre	Metales pesados, indicador bacteriológico de contaminación, patógenos y parásitos
Mayor de 15,000	Una vez por trimestre	Metales pesados, indicador bacteriológico de contaminación, patógenos y parásitos

El generador podrá quedar exento de realizar el muestreo y análisis de alguno o varios de los parámetros establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, siempre y cuando la detección de éstos sea en cantidades menores que los límites máximos establecidos, o cuando por la procedencia de los lodos y biosólidos éstos no contengan los contaminantes regulados en la presente Norma Oficial Mexicana, en ambos casos, deberá manifestarlo ante la Secretaría por escrito y bajo protesta de decir verdad. La autoridad se reserva el derecho de verificar dicha información.

El generador deberá contar con una bitácora de control de lodos y biosólidos. De acuerdo con lo establecido en el Anexo VII de la Norma la bitácora de verás contener los datos del generador, la producción en base seca (Ton/día y Ton/mes), la fecha de muestreo, los datos del laboratorio que analizó la muestra, y el registro de salida del producto (fecha, cantidad en base seca (Ton) y destinatario). Sin embargo, se recomienda registrar también los datos del recolector, el cual deberá estar registrado ante la SEMAQROO para tal efecto.

### III.5. PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE SOLIDARIDAD 2010-2050

El sitio del proyecto, de conformidad con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDUMS), se localiza en la Zona Turística. Este instrumento establece que esta zona se registrará en su totalidad por los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS).

De conformidad con el POELMS y con sus criterios de regulación ecológica de carácter específico, el límite de cambio aceptable y umbral de aprovechamiento en la UGA 17 para un uso de suelo Turístico, es de 35% de **aprovechamiento del terreno (CE-27)** y una densidad de 10 ctos/ha (CE-19). A fin de evidenciar que el desarrollo del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, en conjunto con las obras existentes que corresponden al hotel Maroma, cumple con lo establecido en este instrumento de planeación se elaboró el Cuadro 42.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

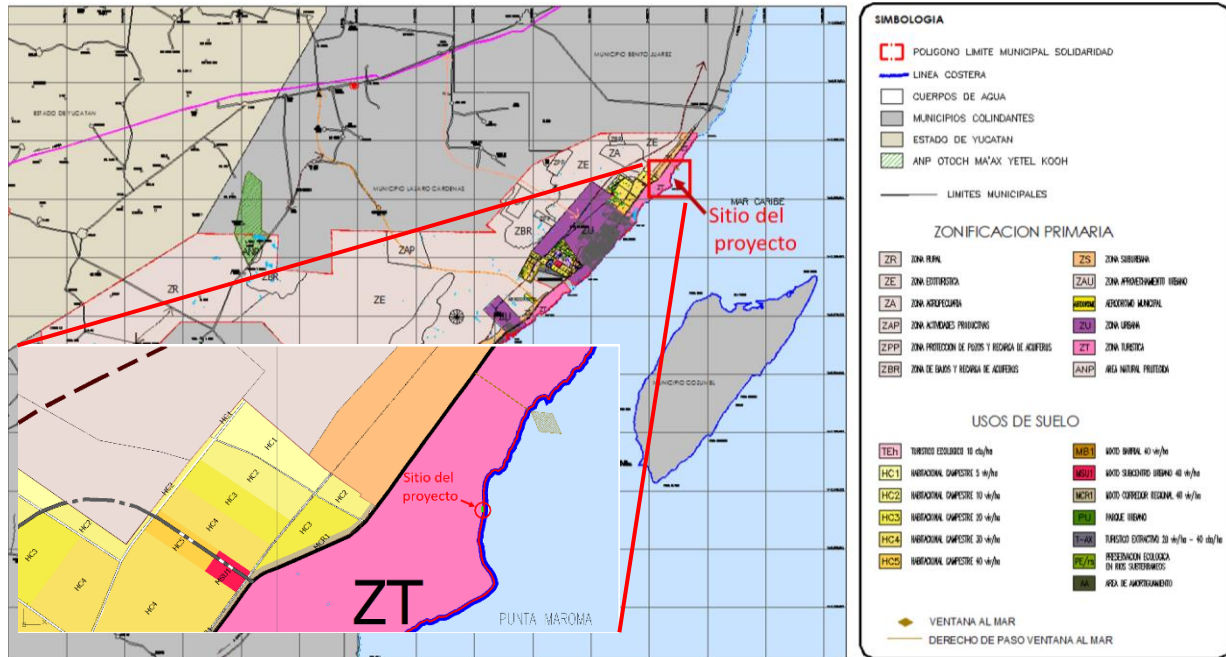


Figura 32. Uso del suelo del sitio del proyecto de acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050.

Cuadro 42. Vinculación del proyecto con el límite de cambio aceptable y umbral de aprovechamiento establecido en la UGA 17 del POELMS para un uso de suelo Turístico.

Concepto o parámetro		Establecido en el POELMS	Hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya	Proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya	Suma acumulada	Vinculación
Uso condicionado		Turístico	Turístico			Cumple
Porcentaje de aprovechamiento máximo	Porcentaje	35% (CE-27)	28.1%	6.8%	33.64%	Cumple
	Superficie <sup>1</sup>	114,853.15 m <sup>2</sup>	32,431.75 m <sup>2</sup>	7,824.43 m <sup>2</sup>	38,642.19 m <sup>2</sup>	
Densidad permitida	Cuartos por hectárea (CE-19)	10 cto/ha	6.4 cto/ha	0 cto/ha	6.4 cto/ha	Cumple
	Número de cuartos	114	73	0	73	

<sup>1</sup> Incluye área de desplante de obras techadas, obras no techadas y áreas verdes ajardinadas.

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

##### **IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO**

Un Sistema Ambiental (SA) se define como un *espacio finito con base en las interacciones entre los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento* (SEMARNAT, s.f.). La delimitación del área de estudio es una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas que se ubican en la zona y se debe establecer de forma congruente con la representación gráfica regional. Por lo anterior, se optó por definir el sistema ambiental para el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, con base en la topografía, la hidrología, la distribución actual de los tipos de vegetación y las perturbaciones naturales y antropogénicas existentes en la zona, tomando en cuenta la clasificación de territorio definida por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS), ya que este instrumento toma en cuenta los sistemas ecológicos o naturales y los físicos particulares, así como las actividades económicas y los procesos sociales cercanos al sitio.

Con este enfoque, considerando que el sitio del proyecto se ubica en la UGA 17, para delimitar un sistema ambiental que permita tener una mejor representación del contexto ambiental y socioeconómico en el que se prevé el desarrollo del proyecto se utilizaron los límites este y oeste de unidad en mención; mientras que para establecer el límite sur se consideró la exposición natural del litoral marino frente al sitio del proyecto, de lo anterior, el límite sur del sistema ambiental se localizó utilizando la delimitación de la UGA 17 desde el límite más al este de Punta Maroma en dirección noreste hasta topar con la Carretera Federal 307. Finalmente, para establecer el límite norte se consideró el límite de un área denominada como “Urbano construido” en el Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Conjunto Nacional, INEGI, así como la exposición natural del litoral marino frente al sitio del proyecto.

Este sistema ambiental abarca una superficie de 341.57 hectáreas y permite establecer un marco de referencia espacial para el diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales - artículo 44 del REIA- (Figura 33).

La extensión del SA está en función de las actividades de cambio de uso de suelo que se proyectan, se estima que en dicha área tendrá lugar la totalidad de los impactos ambientales potenciales identificados derivados de la eliminación de la vegetación y de la construcción de las obras proyectadas. Dentro de esta región tiene lugar el desplazamiento de la fauna silvestre presente en el sitio del proyecto e incluye las áreas de dispersión de semilla de la flora nativa; además existe un continuo vegetal por lo que puede asumirse que existe un continuo ecológico.

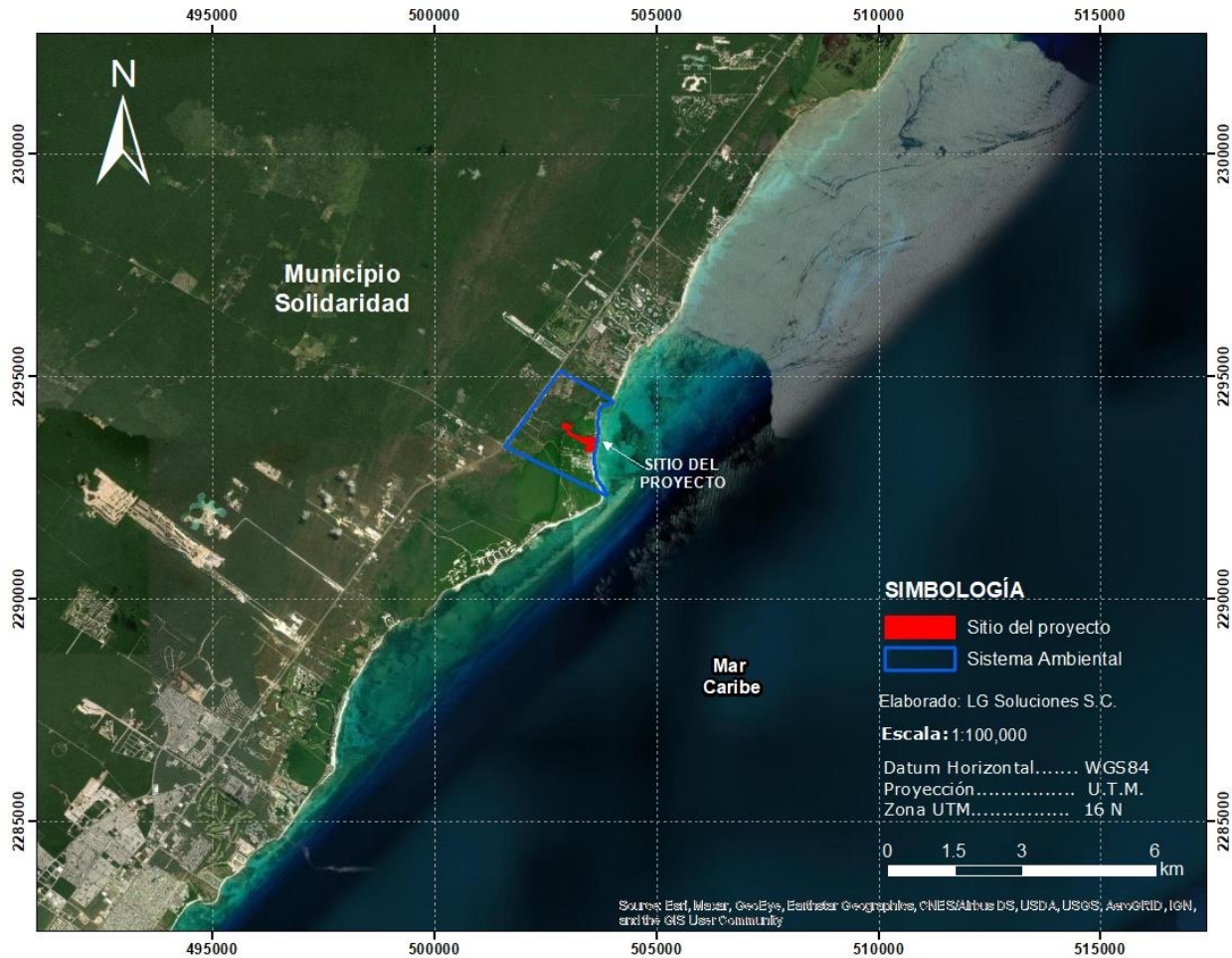


Figura 33. Ubicación geográfica del sistema ambiental definido como área de estudio.

#### IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

En una primera aproximación del SA del proyecto se analizarán los aspectos abióticos como son clima, geología, geomorfología, edafología y/o hidrología a partir de las cartas temáticas del INEGI, para identificar límites ambientales naturales que pudieran representar el sistema ambiental regional en el que se enmarca el proyecto. Posteriormente se analizarán los aspectos bióticos usando la carta Vegetación y Usos de Suelo del INEGI, así como la caracterización vegetal incluida en el POELMS, y las observaciones de campo.

A partir de un mosaico fotogramétrico construido con imágenes satelitales obtenidas para este estudio, de los datos del Inventario Estatal Forestal y de Suelos de Quintana Roo, 2013 y el Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación, Escala 1:250 000, Serie VI, Conjunto Nacional, elaborada por INEGI, se realizó la rodigitalización en el Programa ArcGIS, utilizando los elementos de fotointerpretación (forma, tono, tamaño, textura). A partir de lo anterior, se construyó el mapa de uso de suelo y vegetación para el sistema ambiental definido. Cabe señalar que la asignación de las unidades ambientales al mapa de uso de suelo y vegetación para el SA se reforzó con recorridos de campo.

Al analizar la Figura 33 se puede visualizar que dentro del área que forma parte del SA existen algunas modificaciones al ambiente derivadas de los complejos hoteleros que se ubican Punta Maroma, encontrando un entorno ocupado por desarrollos turísticos, líneas de transmisión de energía, caminos de terracería, vialidades, carreteras e infraestructura urbana; sin embargo, la extensión de las áreas naturales aún es basta.

El análisis cuantitativo de las superficies del mapeo y rodalización que caracteriza al sistema ambiental en el que se pretende el proyecto expresa que en las 341.57 hectáreas del espacio estudiado existen diferentes condiciones de usos, prevaleciendo la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia como dominante en el sistema ambiental.

En el Cuadro 43 se presenta la superficie expresada en metros cuadrados y por hectárea, así como el porcentaje de ocupación de cada una de las condiciones de la vegetación y los usos de suelo que prevalecen en el SA definido. En la siguiente imagen se aprecia la Carta de Uso de Suelo y Vegetación determinada para el SA definido.

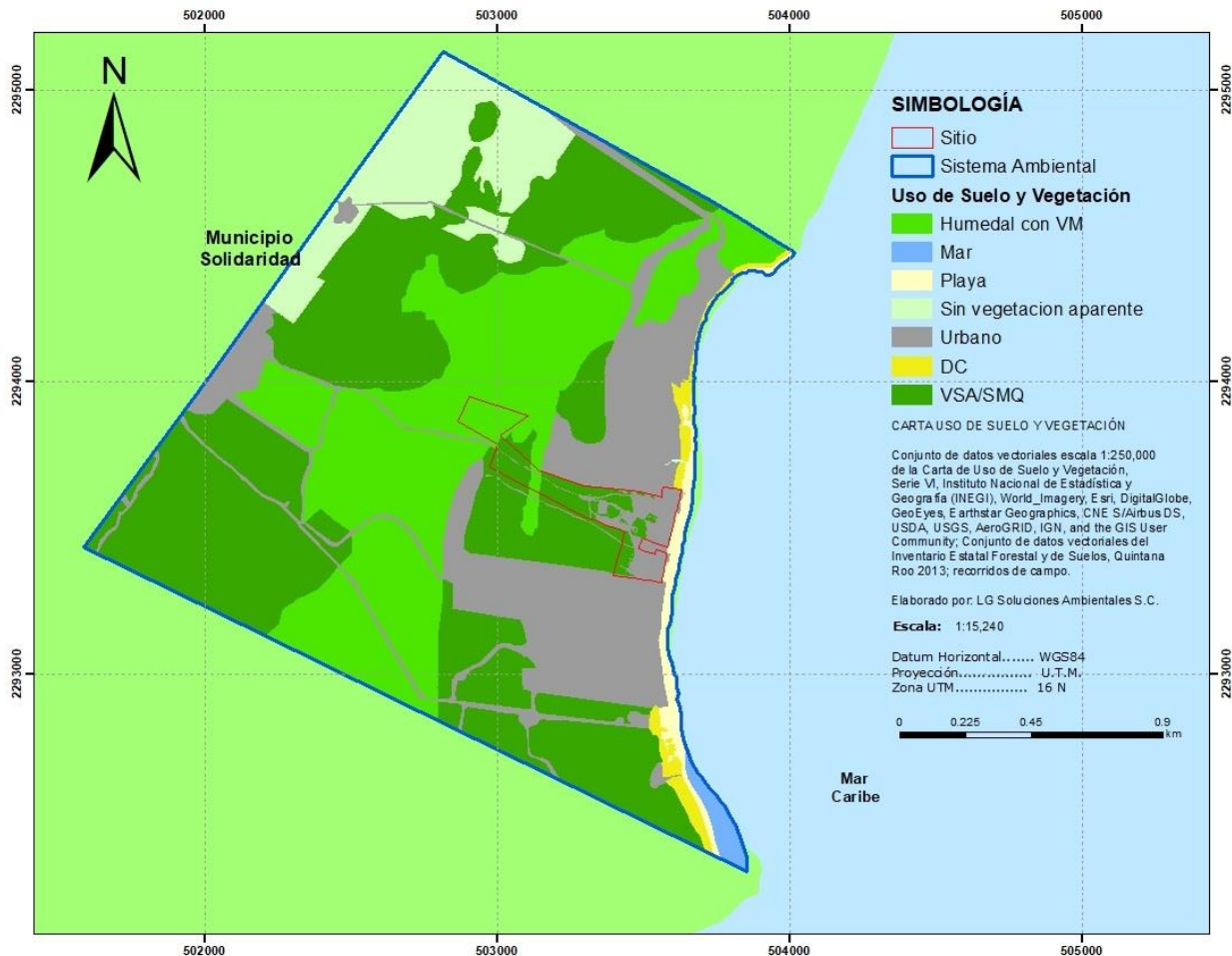


Figura 34. Caracterización del sistema ambiental (SA) definido a partir de fotointerpretación para el proyecto.

*Cuadro 43. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones uso de suelo y vegetación que prevalecen en el sistema ambiental definido para el proyecto. Fuente: Elaboración propia.*

Uso de suelo y vegetación	Superficie		Porcentaje (%)
	m <sup>2</sup>	Hectáreas	
Mar	25,425.01	2.54	0.74
Playa	55,577.49	5.56	1.63
Duna costera (DC)	42,847.05	4.28	1.25
Humedal con Vegetación de Manglar (VM)	929,160.25	92.92	27.20
Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)	1,340,460.59	134.05	39.24
Urbano, sin vegetación aparente	717,744.66	71.77	21.01
Sin vegetación aparente	304,462.67	30.45	8.91
<b>Total</b>	<b>3,415,677.72</b>	<b>341.57</b>	<b>100.00</b>

Como premisas que rigen el análisis y los resultados del diagnóstico de la calidad ambiental de este sistema ambiental se citan las siguientes:

- 1.- La riqueza biológica y la diversidad de los ecosistemas terrestres constituyen la base de recursos para el desarrollo de las actividades productivas y al mismo tiempo son fuente de bienes y servicios ambientales de los que puede gozar la sociedad en general.
- 2.- La calidad del agua subterránea dentro de la subcuenca es tolerable y, en general, es apta para su uso y para el consumo humano. Aunque en diversas áreas la dureza y el contenido de los elementos referidos rebasan las normas respectivas. No obstante, a la fecha el único tratamiento que se da para consumo humano es su desinfección a través de la aplicación de cloro. Aunque en los últimos años se ha propiciado el consumo de agua purificada que se comercializa a través de empresas privadas y cuya potabilización incluye entre otros el sistema de osmosis inversa.
- 3.- La heterogeneidad ambiental relacionada con la variación climática y las características de los suelos permiten el desarrollo y recuperación de las diferentes comunidades vegetales. La conservación de la diversidad biológica es una necesidad con reconocimiento social, que se ve reflejada en las políticas públicas recientes, pero que requiere de consensos y negociaciones motivadas y fundamentadas entre los intereses públicos y privados.
- 4.- Los registros de flora de este sistema ambiental permiten reconocer la existencia de al menos 95 especies de vegetación en estado secundario, de las cuales 11 son herbáceas, 60 especies de flora corresponden a especies arbóreas, 15 especies son arbustivas, 5 palmeras, 3 epífitas y 1 bejuco. Estas especies se encuentran agrupadas en 41 familias, de las cuales la Fabáceas es la más abundante con 16 especies identificadas. Respecto a la fauna se registraron menos 38 especies de aves, 7 especies de mamíferos, 3 especies de reptiles y un anfibio. Se desconocen aspectos sobre la dinámica de las poblaciones locales y existen grupos de fauna poco estudiados.
- 5.- Los ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos que han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación. Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos y hasta la caída de árboles. Por sus efectos de aclareo

induce cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación.

6.- El tipo de vegetación predominante que se reporta de acuerdo con la esquematización del sistema ambiental que envuelve a este proyecto, corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) con 134.05 hectáreas, misma que ocupa el 39.24% del sistema ambiental definido.

7.- El desarrollo turístico y la especulación de terrenos son las principales causas del cambio de uso del suelo en el SA y constituyen la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso. Destaca la expansión del uso del suelo a urbano en la zona conocida como Punta Maroma para el uso turístico.

8.- El desarrollo económico y la modernización, así como las circunstancias sanitarias particulares que se viven en los niveles local, regional y mundial, han traído nuevas formas de relación entre los habitantes y su entorno. En un escenario futuro, con la ejecución del proyecto se generará una pequeña pero necesaria cantidad de empleos temporales y permanentes durante sus distintas etapas.

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

El análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA donde se ubica el proyecto se describe en función de la evolución de la zona tendiente a la urbanización y a los asentamientos humanos en las últimas décadas, así como el impacto que ocasionaron en su estructura y su funcionamiento, por efecto de los cambios que han experimentado sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de mayor importancia. Asimismo, se describen las tendencias de desarrollo y/o deterioro que registra el sistema ambiental y que han incidido de manera determinante en la calidad ambiental.

Actualmente el área circundante al sitio del proyecto se encuentra modificada a causa del uso histórico de la zona promovido por la presencia de complejos hoteleros a lo largo del cual se estableció la estructura suburbana y las actividades, de tipo suburbano y turístico, que se realizaron en el pasado y continúan hasta ahora. Tal condición acentuó la tendencia del desarrollo de la zona y, por ende, el establecimiento de desarrollos turísticos y servicios varios entre otros cuya distribución fragmentó las áreas con algún tipo de cobertura vegetal resultando en un mosaico de usos que se ha extendido, pero sin alterar significativamente las áreas con vegetación de manglar, no así las de otros ambientes, como el costero.

En los últimos años se han realizado diversas afectaciones a los ecosistemas por causas naturales, fundamentalmente por los huracanes y tormentas tropicales que se han registrado con frecuencia en la región. Los huracanes han afectado prácticamente la totalidad de los ecosistemas presentes, a través de inundaciones, derribo de árboles, desgajamiento de ramas y modificación de la línea de costa; la afectación por este tipo de eventos se estima en el 52% de la superficie territorial con respecto del estado original de sus ecosistemas.

Los efectos de la sub-urbanización sobre los componentes biológicos y físicos del ambiente en esta zona han sido ampliamente documentados en los instrumentos de planeación ecológica. El proceso de transformación que se aprecia por el deterioro y fragmentación del hábitat para la vida silvestre se inicia con la apertura de caminos y vialidades, seguida por labores de desmonte y despalme, con lo que se elimina la vegetación y se retira la capa superior del suelo hasta la roca firme, con frecuencia se realizan cortes con fines de nivelación, para posteriormente rellenar y compactar los asientos de las obras.

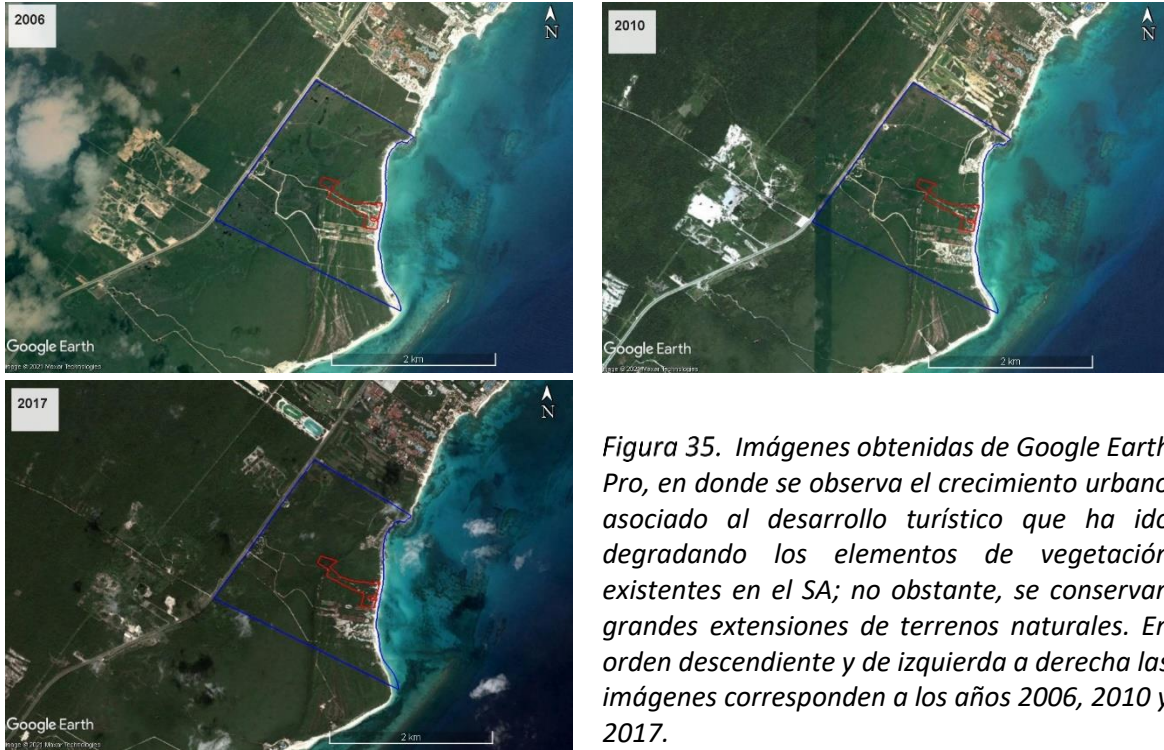


El clima es un componente ambiental de nivel regional, mismo que está determinado por las condiciones meteorológicas a largo plazo, por lo que se considera que no será modificado por el desarrollo del proyecto. Sin embargo, a una escala puntual (micro climática) las acciones del proyecto pudieran inducir muy ligeros cambios sobre la temperatura y el contenido de humedad, situación que se podrá dar de manera específica y puntual en las áreas donde se modifiquen dos factores determinantes, la vegetación y la presencia de un suelo expuesto.

Con referencia a las condiciones de la calidad del aire, se debe referir que en el SA no existe ninguna industria altamente contaminante establecida, no obstante, los hoteles asentados se consideran fuentes fijas generadoras de contaminantes a la atmósfera por la operación de calentadores y calderas. Adicionalmente, el parque vehicular que circula por la carretera federal y el empleado en actividades operativas en los hoteles, la operación de cocinas, lavanderías, y el uso equipo de jardinería aporta emisiones a la atmósfera. Al respecto, se debe señalar que en la región de Punta Maroma no se tiene el registro de la generación de alguna contingencia ambiental motivada por la emisión de humos contaminantes. Además, de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de México, en la entidad las emisiones originadas por fuentes fijas o móviles no son consideradas como significativas, puesto que no rebasaron los niveles permisibles de contaminación (INEGI, 2011). Aunado a lo anterior, se debe considerar el hecho de que en la zona soplan vientos constantes del este y sureste que alcanzan velocidades de hasta 20 m/seg, fuerza suficiente para la dispersión de los contaminantes que se pudieran generar.

En lo que respecta al paisaje, los desarrollos hoteleros son los que aportan los principales elementos ajenos (construcciones) al paisaje, pero se debe señalar que en su mayoría no rebasan la altura de la vegetación prevalente en el SA que es de 12 m. Asimismo, se debe mencionar que no se considera la existencia de áreas críticas en el SA en las que se manifiesten condiciones exclusivas o extraordinarias en donde la modificación en su estructura (arreglo espacial), abundancia y distribución ponga en riesgo la naturalidad del paisaje.

Como se puede observar en las siguientes imágenes, en el año 2006 el SA ya presentaba cierto grado de deterioro y fragmentación generado principalmente por las obras y actividades de desarrollos de tipo turístico; la mayor parte de las áreas afectadas se encuentran en la porción sur del sistema ambiental, siendo la media y la norte las menos afectadas. Hacia el año 2010, la afectación del lado norte, este y lado sur del SA es más evidente propiciando la fragmentación del ecosistema, se nota la apertura de nuevos caminos, así como construcciones de nuevos desarrollos hoteleros, así como áreas desprovistas de vegetación que se deduce corresponden a obras en proceso. Para el año 2017 el SA ya presentaba un grado de fragmentación mayor en la zona costera por las obras realizadas, sin embargo, las áreas adyacentes a los desarrollos parecen haber alcanzado un nuevo equilibrio. En un periodo de 11 años, se tiene que el SA ha presentado un grado de deterioro moderado, que se ve reflejado en una afectación a los diferentes tipos de vegetación presentes en el SA.



*Figura 35. Imágenes obtenidas de Google Earth Pro, en donde se observa el crecimiento urbano asociado al desarrollo turístico que ha ido degradando los elementos de vegetación existentes en el SA; no obstante, se conservan grandes extensiones de terrenos naturales. En orden descendiente y de izquierda a derecha las imágenes corresponden a los años 2006, 2010 y 2017.*

En general, a pesar de las actividades que se han realizado en el sistema ambiental, en la actualidad, fuera de la costa, se mantiene un buen grado de conservación de los ecosistemas, producto de una considerable integridad de los componentes ambientales, conclusión a la que se arriba al observar la presencia de especies nativas de la región representantes de diferentes niveles de la cadena trófica. Al final es evidente la escasa fragmentación de los ecosistemas que sobresalen al comparar la zona del sistema ambiental con otros ecosistemas de la región.

El estado actual del sistema ambiental está en función de los procesos que han tenido lugar en este espacio territorial y que han sido marcados por el crecimiento de la zona urbana derivada del aprovechamiento turístico y las distintas actividades humanas que se han dado en las últimas décadas y el impacto que ocasionaron en su estructura y su funcionamiento; así como por efecto de los cambios que han experimentado sus componentes físicos y biológicos como consecuencia de eventos naturales, como los meteorológicos.

De acuerdo con el INEGI, la vegetación predominante en el sistema ambiental presenta características que corresponden a una vegetación de manglar (45.18% del total). Sin embargo, de acuerdo con las cartas de uso de suelo y vegetación series II, IV y VI, durante el periodo de 1993-2017 el sitio de interés ha sufrido cambios en la estructura y cobertura territorial. Entre los cambios más notables se identifica el registro de áreas urbanas, la reducción de vegetación de selva mediana subperennifolia, la desaparición de pastizal cultivado permanente y el aparente incremento de la superficie de vegetación con manglar (Figura 36).

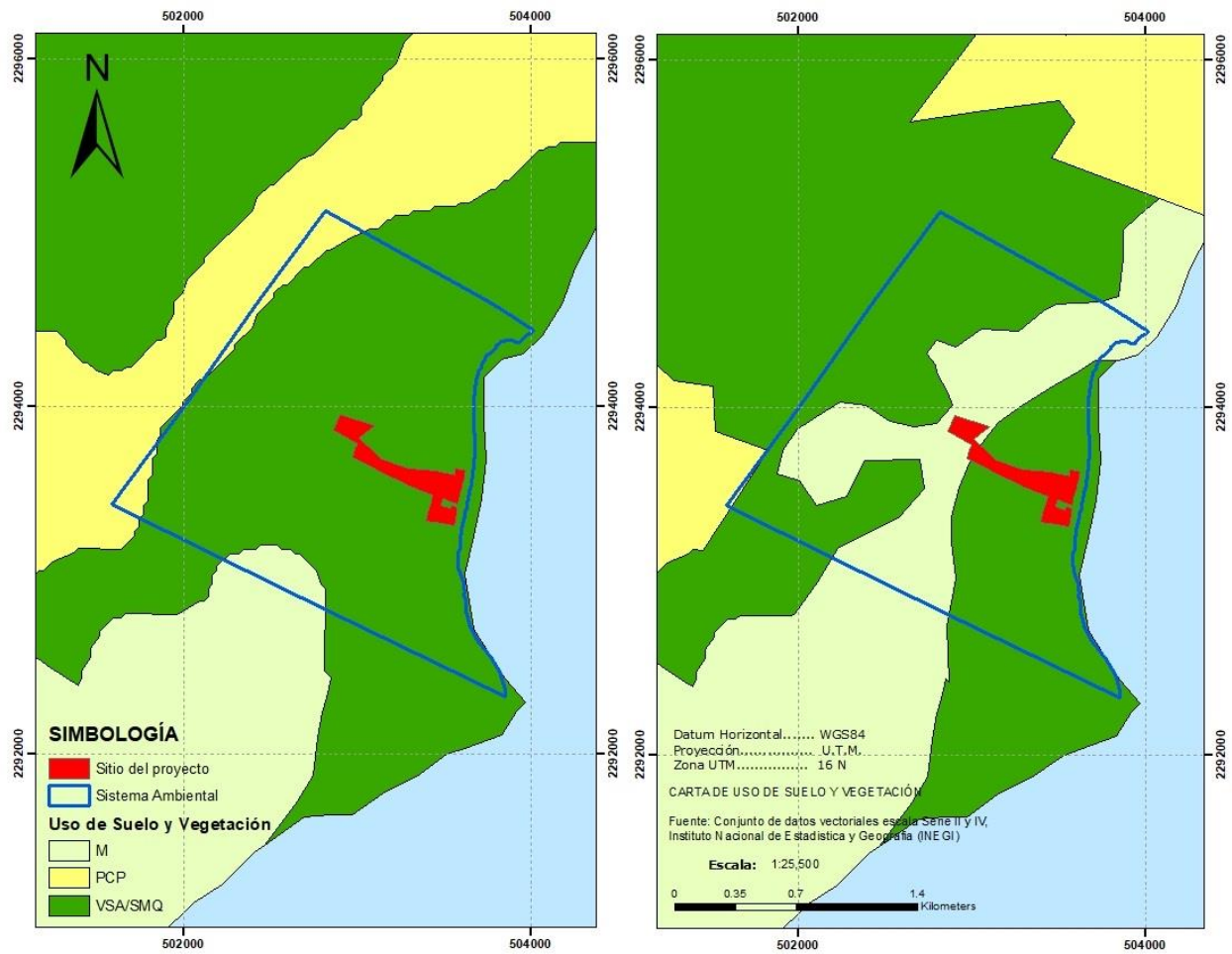


Figura 36. Variaciones en las condiciones de la vegetación y uso de suelo en el Sistema Ambiental de proyecto durante el periodo que de 1993-2013. Fuente: INEGI.

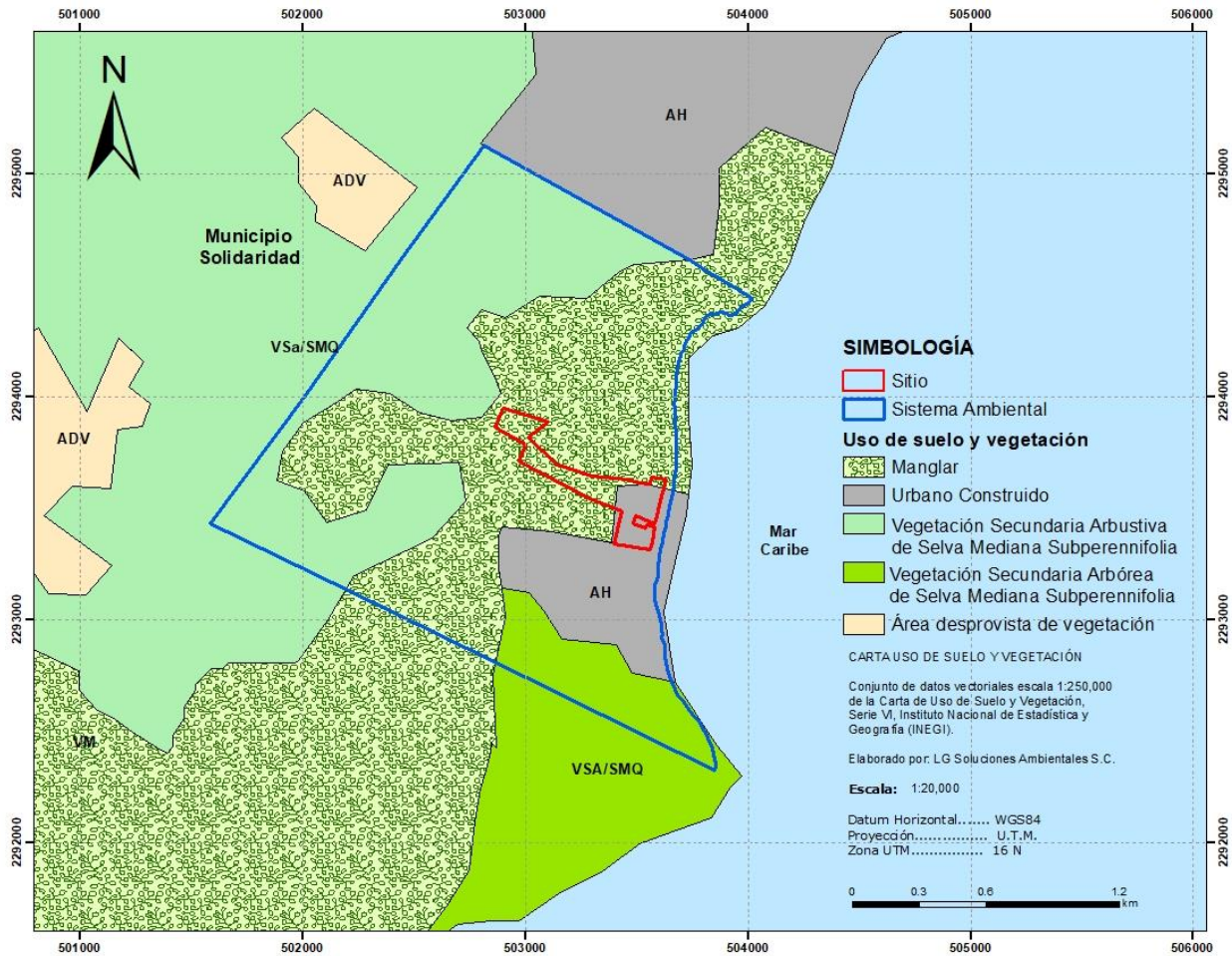


Figura 37. Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental de acuerdo con INEGI, Serie VI.

En el Cuadro 44 se presenta la superficie y porcentaje de ocupación de suelo de los tipos de vegetación y usos de suelo que prevalecen en el sistema ambiental, de acuerdo con la Carta de uso de suelo y vegetación Series II a VI del INEGI. Durante el levantamiento de vegetación más reciente (serie VI) se registró que la vegetación de manglar ocupa la mayor superficie con 45.18%, seguido de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con 35.60%. Por otra parte, de acuerdo con la información representada en dicha carta, el SA se encuentra cubierto en su mayoría por vegetación de manglar, aseveración que no es precisa como se observó durante los recorridos de campo.

Cuadro 44. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el Sistema Ambiental según la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI, Series II, IV y VI. La fecha de referencia para la serie II es 1993, fue elaborada entre 1993 y 1999. La fecha de referencia para la serie IV es 2002, fue elaborada entre 2002 y 2005. La fecha de referencia para la serie VI es 2017, fue elaborada entre 2014 y 2017. Fuente: INEGI.

Clave	Condición de la vegetación y uso del suelo	Serie II			Serie IV			Serie VI		
		Superficie		%	Superficie		%	Superficie		%
		m <sup>2</sup>	ha		m <sup>2</sup>	ha		m <sup>2</sup>	ha	
AH	Urbano construido							382,152.42	38.22	11.19
VM	Manglar	99,673.02	9.97	2.92	1,141,718.52	114.17	33.43	1,543,233.86	154.32	45.18
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia							1,215,935.66	121.59	35.60
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	3,176,349.75	317.63	92.99	2,268,214.79	226.82	66.41	274,355.81	27.44	8.03
PCP	Pastizal cultivado permanente	139,654.94	13.97	4.09	5,744.42	0.57	0.17			
	<b>Suma</b>	<b>3,415,677.71</b>	<b>341.57</b>	<b>100.00</b>	<b>3,415,677.73</b>	<b>341.57</b>	<b>100.00</b>	<b>3,415,677.74</b>	<b>341.57</b>	<b>100.00</b>

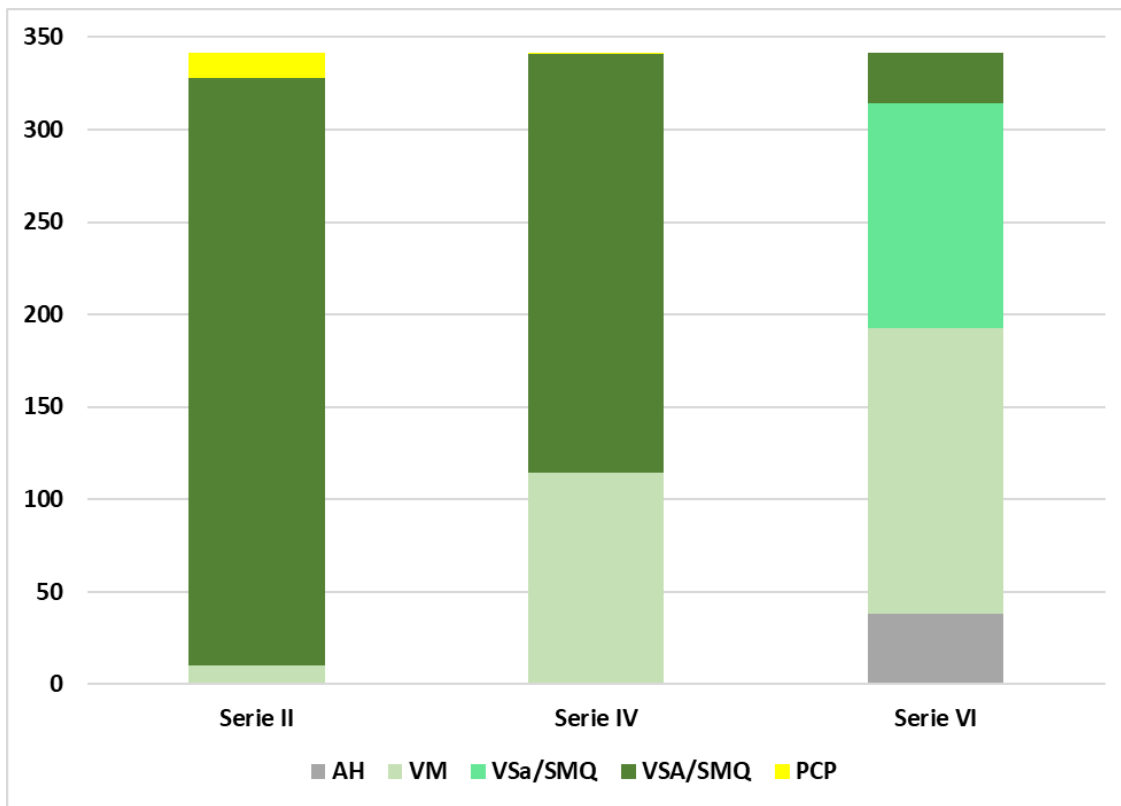


Figura 38. Cambios en la superficie de uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental de proyecto entre 1993 y 2017 de acuerdo con INEGI. Fuente: INEGI.

Por otra parte, durante el mes de octubre de 2020 el estado de Quintana Roo sufrió los impactos producidos por el paso de la Tormenta Tropical Gamma, cuya interacción con el frente frío número 4 y número 5 contribuyó a la generación de lluvias puntuales extraordinarias en las costas del estado; días más tarde, tocaron tierra los huracanes Delta y Zeta, en calidad de categoría 2 y 1 en la escala de Saffir-Simpson, respectivamente. Posteriormente, en agosto de 2021, la zona se volvió a ver impactada por el paso del huracán Grace, categoría 1. Las principales afectaciones observadas en el SA fueron árboles y ramas caídas en las áreas más alejadas del mar, pero el paso de dichos fenómenos meteorológicos contribuyó fuertemente a cambios en la línea de costa y como consecuencia todos los desarrollos turísticos

asentados en el SA sufrieron afectaciones en sus infraestructuras, playas y dunas costeras. Las afectaciones en la costa se reflejaron en pérdida de cobertura vegetal, erosión y modificación de la línea de costa. En cuanto a las áreas con vegetación de manglar y selva, las principales afectaciones fueron árboles y ramas caídas, lo anterior varió en función de la calidad, edad y condiciones de la vegetación en cada micrositio.

Finalmente, el sistema ambiental forma parte del municipio de Solidaridad, mismo que ha incrementado considerablemente sus zonas urbanas, evidencia de ellos es que, la población total del municipio prácticamente se duplicó en un periodo de 10 años, pasando de 159,310 en 2010 a 333,800 en 2020, no se omite manifestar que este incremento puede deberse al aumento del índice de natalidad o a efectos de la migración, sin embargo, para efectos de este proyecto no se considera necesario un análisis detallado de las variaciones en la población.

#### IV.2.2 Medio abiótico

**Clima y fenómenos meteorológicos.** El clima presente corresponde al mismo que se reporta para Playa del Carmen, Solidaridad, que según la carta de climas de INEGI es caliente subhúmedo con temperaturas anuales de 26.3 grados centígrados y una mínima de 14 grados en enero y una máxima de 33 grados en agosto, tipo Aw1(x') (Figura 39).

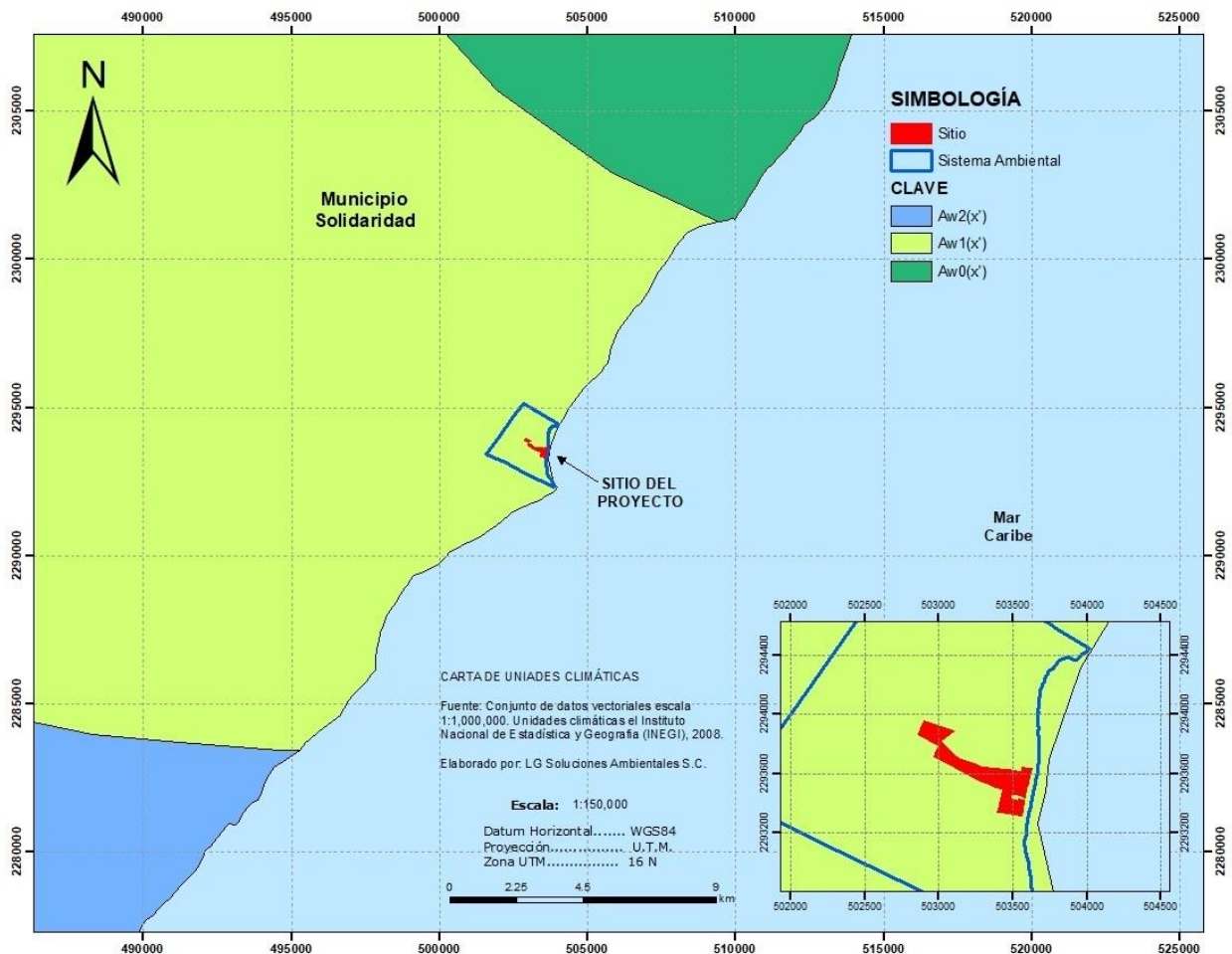


Figura 39. Carta de vinculación de las unidades climáticas con el SA definido para el proyecto.

Este clima cuenta con tres períodos climáticos: de febrero a mayo un período seco, de junio a septiembre el período de lluvias y el período de frentes fríos de octubre a enero. La precipitación pluvial media anual es de mil 100 a mil 500 milímetros, con un período de lluvias en verano, la estación de lluvia es de marzo a octubre. El clima se ve afectado por los ciclones tropicales, que aumentan la precipitación sobre todo en el verano.

De acuerdo con las normales climatológicas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional en la Estación Playa del Carmen 00023163 para los años 1981-2010, las temperaturas medias normales más bajas se registraron entre los meses de diciembre a febrero (<24 °C) y las más altas entre mayo y septiembre (>27 °C), siendo la temperatura media anual de 25.8 °C, registrando la media mensual más baja en enero (22.8 °C) y la más alta en agosto (28.0 °C), por lo que la oscilación térmica es de 5.2 °C. De acuerdo con la misma fuente, la temperatura máxima mensual promedio registrada para la zona fue de 33.9 °C, para el mes de agosto de 2004, en tanto que la temperatura mínima mensual promedio se registró en enero de 2001 con 13.8 °C.

En cuanto a la precipitación pluvial, la normal anual reportada por el Servicio Meteorológico Nacional para el período 1981-2010 es de 1,331.20 mm/año. El año de mayor precipitación fue 2005, en él se registraron 284.30 mm de lluvia; mientras que el 2006 presentó la menor cantidad con 28.10 mm de precipitación pluvial. De acuerdo con los datos, la mayor precipitación mensual ocurre generalmente en el mes de junio, la cual tiene un promedio de 556.00 mm de lluvia mensual; mientras que marzo es el mes que presenta la menor precipitación mensual promedio, con un registro de 71.00 mm. En este período, la precipitación máxima registrada en 24 horas ocurrió en el mes de junio de 2004 y fue de 283.00 mm. Véase la gráfica ombrotérmica (Figura 40). Por otra parte, durante el periodo de 2014-2020 se registró la media mensual más baja en enero (24.2 °C) y la más alta en agosto (29.8 °C), por lo que la oscilación térmica en este período es de 5.5 °C (Figura 41).

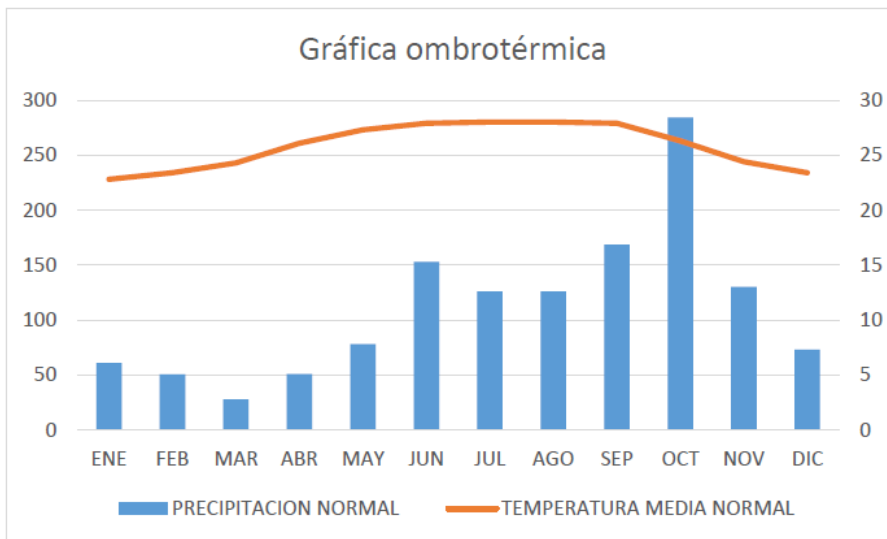


Figura 40. Gráfica ombrotérmica elaborada a partir de las normales climatológicas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional en la Estación Playa del Carmen 23163 para los años 1981-2010.

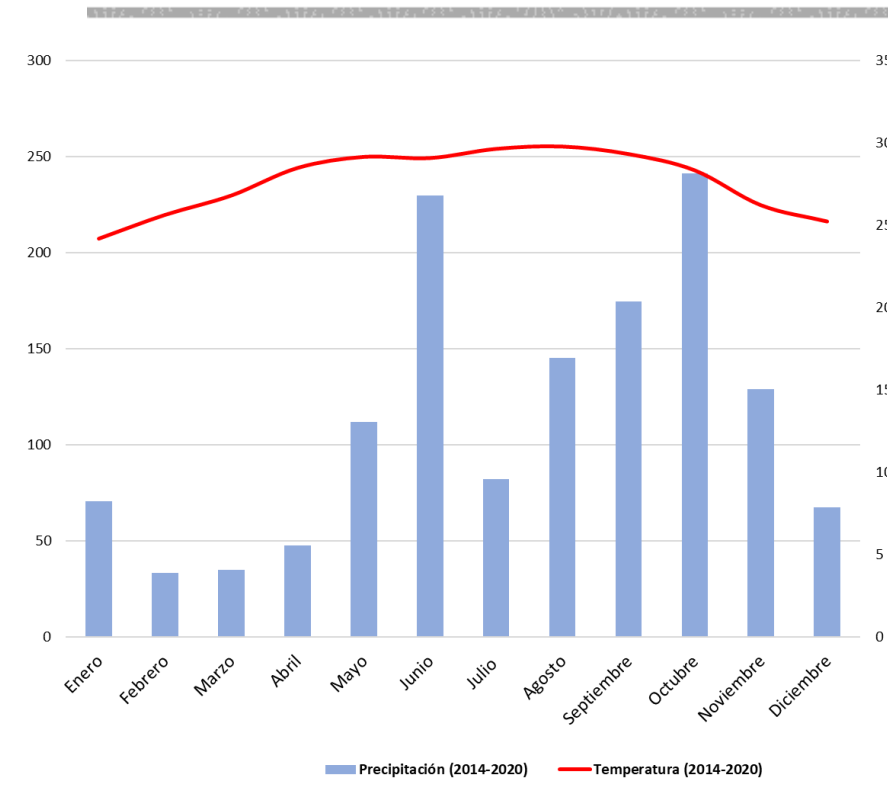


Figura 41. Gráfica ombrotérmica elaborada a partir de las normales climatológicas del estado de Quintana Roo para el periodo 2014-2020. Fuente: <https://smn.conagua.gob.mx>

El sistema ambiental, por su ubicación geográfica, se encuentra constantemente expuesto a fenómenos meteorológicos extremos de diferentes tipos, como tormentas tropicales, “nortes” y suradas o “suestes”, incluyendo huracanes o ciclones como se aprecia en la Figura 42. La temporada de huracanes en la zona abarca de mayo a octubre, siendo septiembre el mes en el que se ha registrado el mayor número y los de mayor fuerza. Los huracanes más significativos que han afectado la zona de interés durante los últimos años son Gilberto en 1988; -cuyo efecto destructivo afectó amplias zonas de vegetación cuyos restos secos favorecieron la propagación de los incendios forestales de 1989-; Opal y Roxanne en 1995 y Emily y Wilma en 2005. Este último es reconocido como el de mayor importancia que ha impactado las costas del norte de Quintana Roo por sus efectos catastróficos sobre la industria turística y por los cambios sustanciales en la geomorfología costera.

Aunado a lo anterior, en octubre de 2020 tocaron tierra en el estado de Quintana Roo tres eventos meteorológicos -la Tormenta Tropical Gamma y los huracanes Delta y Zeta-, posteriormente en agosto de 2021 impactó el huracán Grace. En conjunto los eventos en mención han generado afectaciones relevantes sobre el sistema ambiental definido para el proyecto como se comentó líneas arriba.



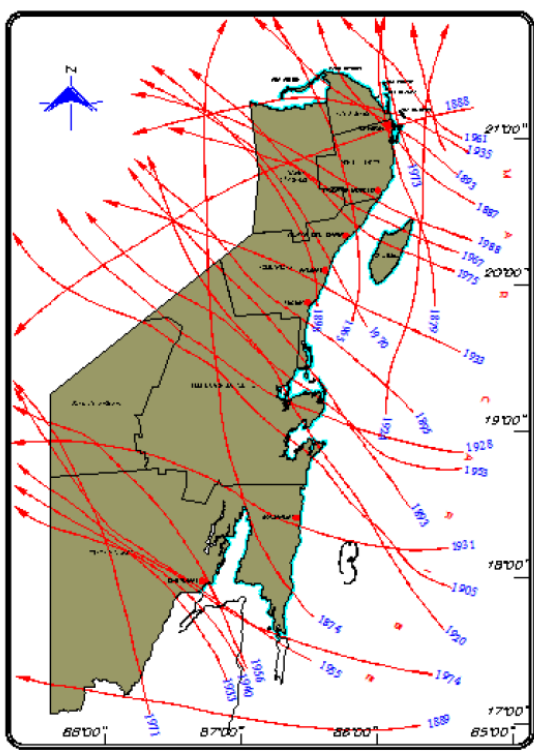


Figura 42. Trayectoria de los huracanes que se han registrado en la península de Yucatán, durante el mes de septiembre, desde el año 1874 hasta 1988. Fuente: NOAA.

La ubicación geográfica del SA determina que exista un elevado riesgo a este tipo de fenómenos meteorológicos. De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la zona norte del estado de Quintana Roo se cataloga como de alto riesgo a la incidencia de ciclones. En el Cuadro 45, se presentan algunas características sobresalientes de los huracanes que se han presentado en la región en los últimos años y que han ocasionado alguna afectación en la costa del Estado de Quintana Roo.

Cuadro 45. Lista de algunos de los huracanes que han pasado por la región de la Península de Yucatán desde 1988.

Nombre	Categoría	Estados afectados	Fecha		Velocidad máxima vientos (km/hr)
			Año	Mes	
Grace	H1	Península de Yucatán, hacia el centro de la República Mexicana.	2021	Agosto	130
Zeta	H1	Península de Yucatán	2020	Octubre	175
Delta	H2	Península de Yucatán	2020	Octubre	230
Gamma	TT	Península de Yucatán	2020	Octubre	110
Ernesto	H1	Sur de Quintana Roo	2012	Agosto	150
Rina	TT	Norte de Quintana Roo	2011	Octubre	120
Paula	H1	Norte de Quintana Roo	2010	Noviembre	160
Ida	H2	Norte de Quintana Roo	2009	Noviembre	160
Dean	H5	Península de Yucatán, Veracruz, Estado de México	2007	Agosto	280

Nombre	Categoría	Estados afectados	Fecha		Velocidad máxima vientos (km/hr)
			Año	Mes	
Emily	H4	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila	2005	Julio	250
Stan	T1	Quintana Roo, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Oaxaca	2005	Septiembre	75
Wilma	H4	Quintana Roo	2005	Octubre	275
Iván	H5	Quintana Roo, Yucatán	2004	Septiembre	270
Claudette	H1	Quintana Roo, Yucatán	2003	Julio	140
Isidoro	H3	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2002	Septiembre	205
Chantal	TT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2001	Agosto	115
Gordon	DT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche	2000	Septiembre	55
Mitch	H5	Centroamérica, Península de Yucatán	1998	Noviembre	250
Roxanne	H3	Campeche, Quintana Roo, Tabasco	1995	Octubre	160
Opal	DT	Campeche, Quintana Roo, Tabasco	1995	Septiembre- Octubre	35
Gilberto	H5	Península de Yucatán, Tamaulipas, Monterrey	1988	Septiembre	296

**Geología.** El sistema ambiental se desarrolla sobre una franja rocosa del Plioceno -Tpl(cz)- que corresponde a la parte superior de la formación Carrillo Puerto, seguida de calizas coquiníferas de ambiente litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobre yacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas que corresponden a rocas del Cuaternario. Los depósitos y suelos en el área dónde se asienta el proyecto se clasifican como Cuaternarios lacustres -Q(la)-, la unidad litológica cuaternaria está representada por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobre yacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas, mientras que la clasificación lacustre le atribuye características que refieren a la acumulación de material calcáreo arcilloso, limoso o arenoso en lagunas someras abiertas o restringidas, formadas en la zona litoral o en pequeñas cuencas endorreicas con inundación temporal, además se caracteriza por presentar islotes con abundante vegetación. En el sistema ambiental predominan las rocas calizas del Q (la) ocupando un 63%, el 37 % restante es ocupado por Tpl(cz) (Figura 43).

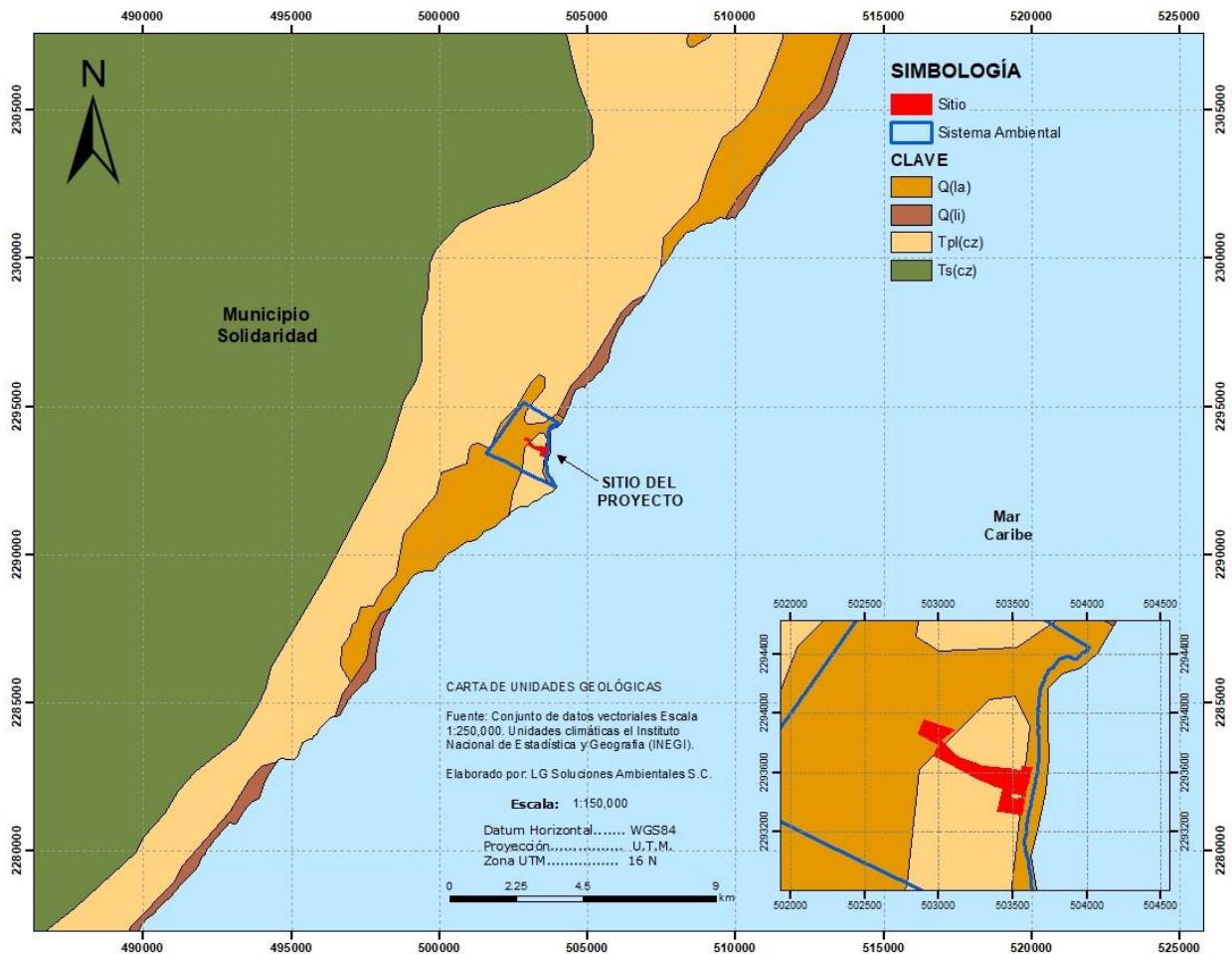


Figura 43. Carta de vinculación de las unidades geológicas con el sistema ambiental definido para el proyecto.

**Fisiografía**<sup>18</sup>. La península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea, encontrándose en un principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos; llegando a conformar parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, que en el estado está dividida en tres subprovincias: 63 Carso y Lomeríos de Campeche, 62 Carso Yucateco y 64 Costa baja de Quintana Roo.

El sistema ambiental regional del proyecto forma parte de la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco que está formada por una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el oriente y hacia el norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones. Dada la solubilidad de las rocas son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, muestran en términos generales una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carecen en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial (Figura 44). El litoral presenta salientes rocosas, principalmente en la sección sur del sistema ambiental, pero en el área del proyecto, donde se registra una playa arenosa.

<sup>18</sup> Gobierno del Estado de Quintana Roo – INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 79 p.

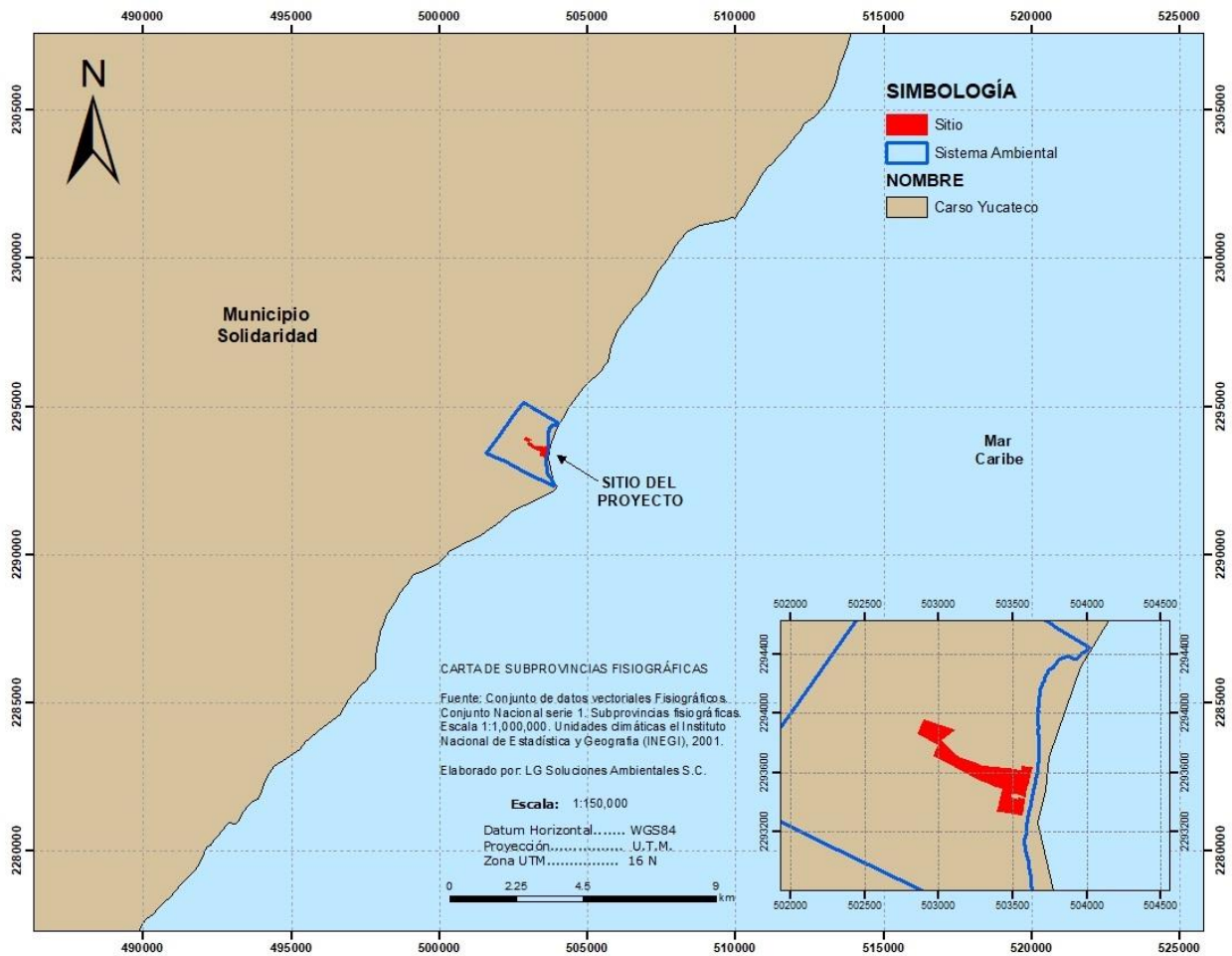


Figura 44. Geomorfología del sistema ambiental dentro del cual se ubica el sitio donde se desarrollarán las obras proyectadas.

**Edafología.** En el sistema ambiental se desarrollan dos tipos de suelo. En la parte noreste domina el suelo tipo Rendzina como suelo predominante y Litosol como suelo secundario, de clase textural fina y fase lítica, cuya clave edafológica es E+I/3/L y ocupa el 21% de la superficie del SA, el 79% restante es ocupado por suelo de tipo Zg+Gm/2/N.

El sitio de interés para el desarrollo del proyecto, de acuerdo con la carta de INEGI, se ubica en la sección con suelo Zg+Gm/2/N, cuyas características principales se indican enseguida; sin embargo, los datos de campo indican que una amplia sección del sitio del proyecto presenta suelo tipo Rendzina como suelo predominante y Litosol como suelo secundario. Los Solonchak (Z) se extienden a lo largo de la costa y de sus inmediaciones, motivo por el cual destaca en la morfología de su perfil la influencia del agua (el nivel freático se encuentra a 30 cm de la superficie), y la alta salinidad es una de sus características más importantes. Estos suelos presentan baja permeabilidad, valores de conductividad eléctrica alrededor de los 20 mmhos/cm (como regla general) a 60 mmhos/cm. Son alcalinos, con valores de pH que varían entre 8 y 9, ricos en calcio y magnesio y relativamente bajos en fósforo. El subtipo gléyico corresponde a suelos profundos, con pobre desarrollo y textura arcillosa. Los Gleysol (G) son suelos formados por materiales no consolidados, principalmente de pantanos, pero sin materiales de textura gruesa y propios de depósitos aluviales; carecen de propiedades sálicas y, dentro de los 125 cm superficiales, de plintita (arcilla moteada

que se endurece cuando se expone a intemperie). El subtipo mólico tiene un horizonte A (mólico) con estructura media y grado de saturación igual o superior a 50%, que subyace en uno H (hístico), de color oscuro, que puede tener 20-60 cm de espesor y un alto contenido de carbono orgánico y arcilla.

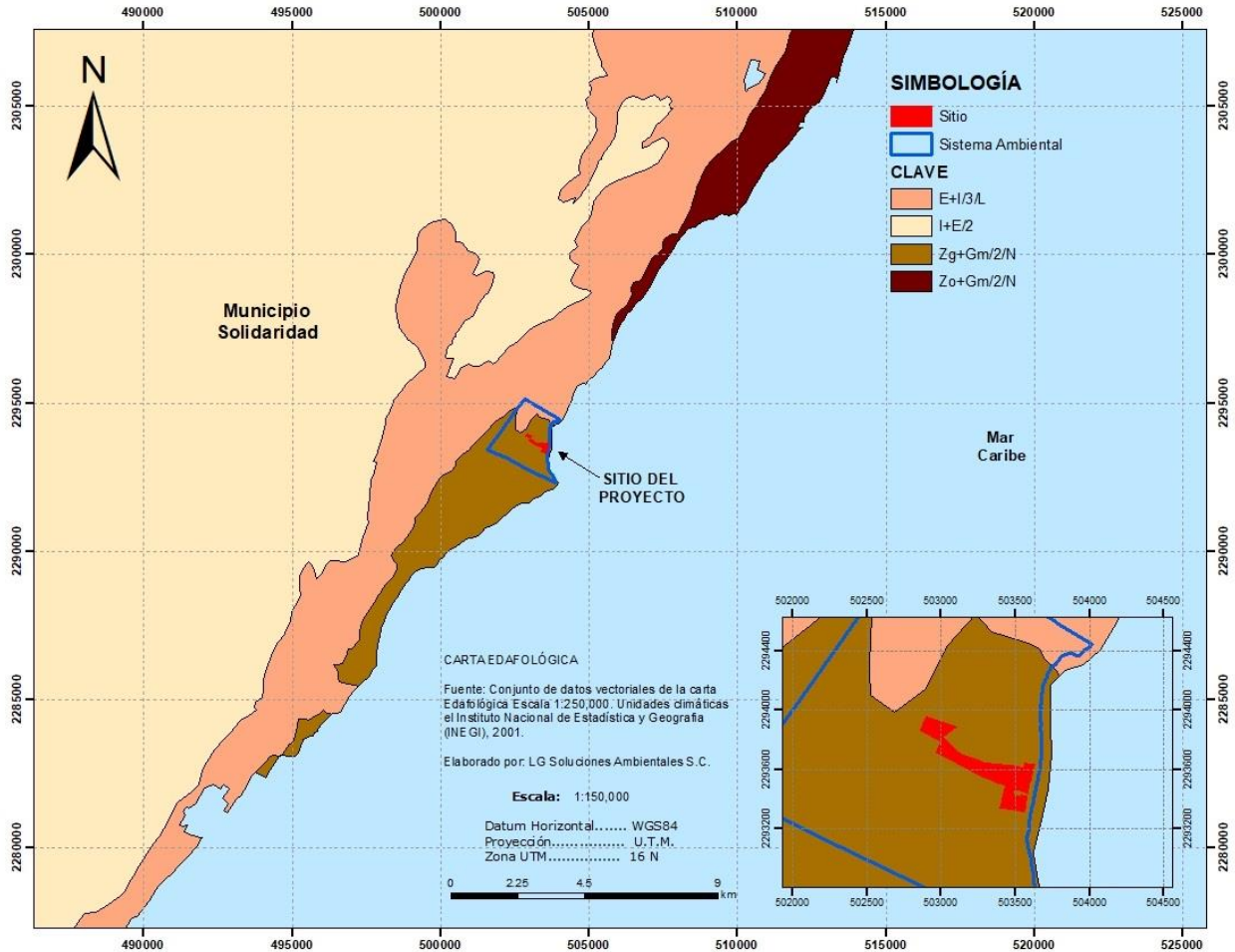


Figura 45. Carta edafológica. En el sistema ambiental regional se presentan Rendzina, Litosol, Solonchak y Gleysol.

**Hidrología superficial**<sup>19</sup>. De acuerdo con la clasificación hidrológica de la Comisión Nacional del Agua, el SA delimitado se encuentra enclavado en la Región Hidrológica No. 32 (Yucatán Norte). Asimismo, se ubica en la Cuenca 32A Quintana Roo, que recibe una precipitación anual cercana a 1,500 mm y presenta un rango de escurrimiento de 0 a 5% con tendencia a la costa en dirección este-oeste. No presenta escurrimientos superficiales de importancia y tampoco cuerpos de agua superficiales de interés; sin embargo, existe una cuenca endorreica en la que tiene lugar un área inundable en la que, durante la temporada lluviosa, suben los niveles de agua, anegándose de manera temporal, lo que ha permitido que llegue a establecerse vegetación hidrófila e hidrófila facultativa, destacando la presencia de especies de mangle. Al interior de la zona inundable el flujo del agua tiene dirección norte sur y presenta interrupciones constituidas por caminos que comunican la costa con la carretera federal.

<sup>19</sup> Gobierno del Estado de Quintana Roo-INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 79p.

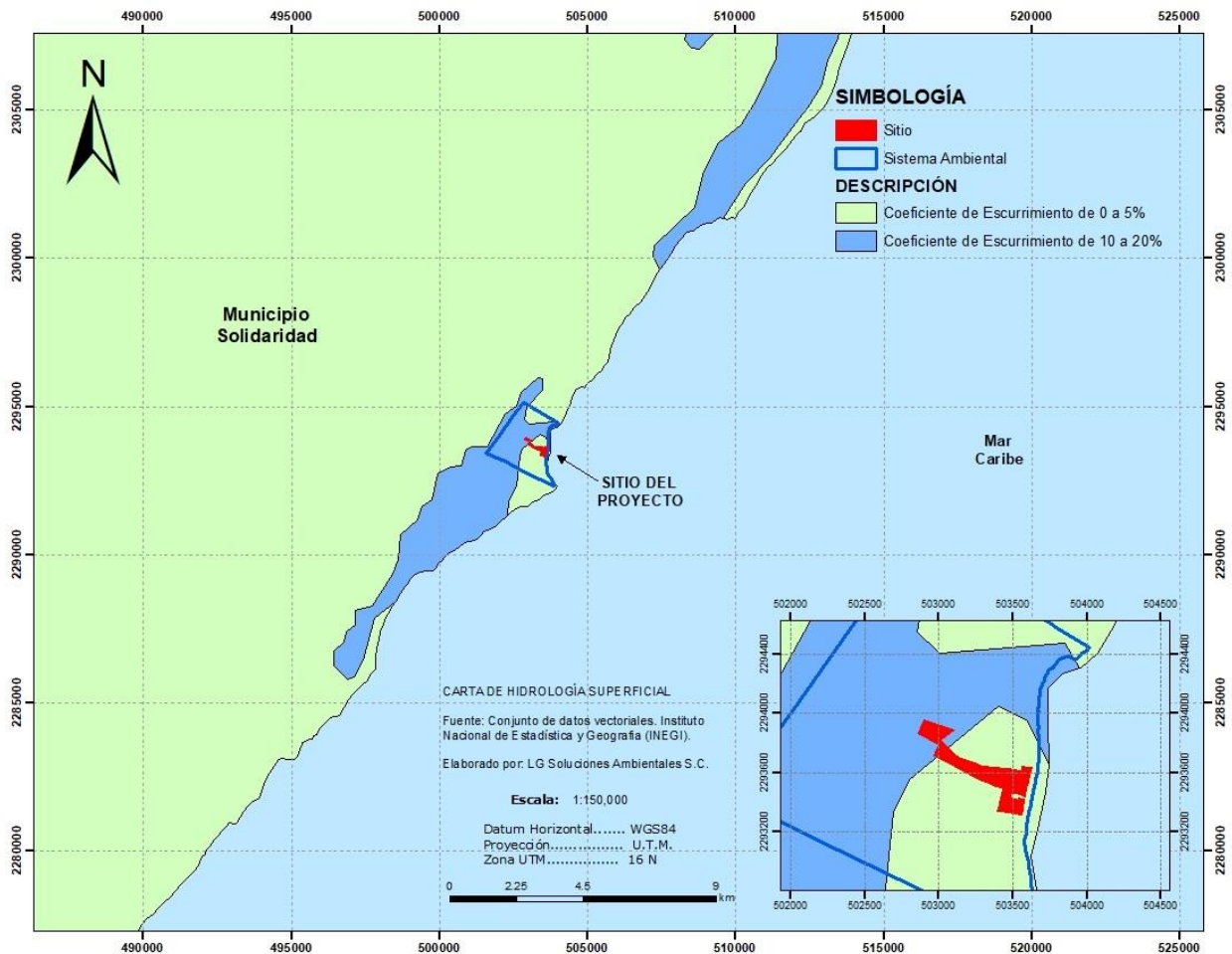


Figura 46. Carta hidrológica de aguas superficiales. El coeficiente de escurrimiento en el sistema ambiental regional es principalmente de 0 a 5%, pero en la zona más baja, inundable, se presenta un coeficiente de 10 a 20%.

**Hidrología subterránea.** En el sistema ambiental definido se presentan dos unidades geohidrológicas. La sección más alejada de la costa corresponde a material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero, en tanto que la franja costera corresponde a una unidad de material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero. En esta última se localiza el sitio del proyecto (Figura 47). Lo anterior significa que la recarga del acuífero tiene lugar en la parte alejada del mar o poniente, en donde, gracias a su gran permeabilidad, se infiltra hasta 80 % de la precipitación pluvial.

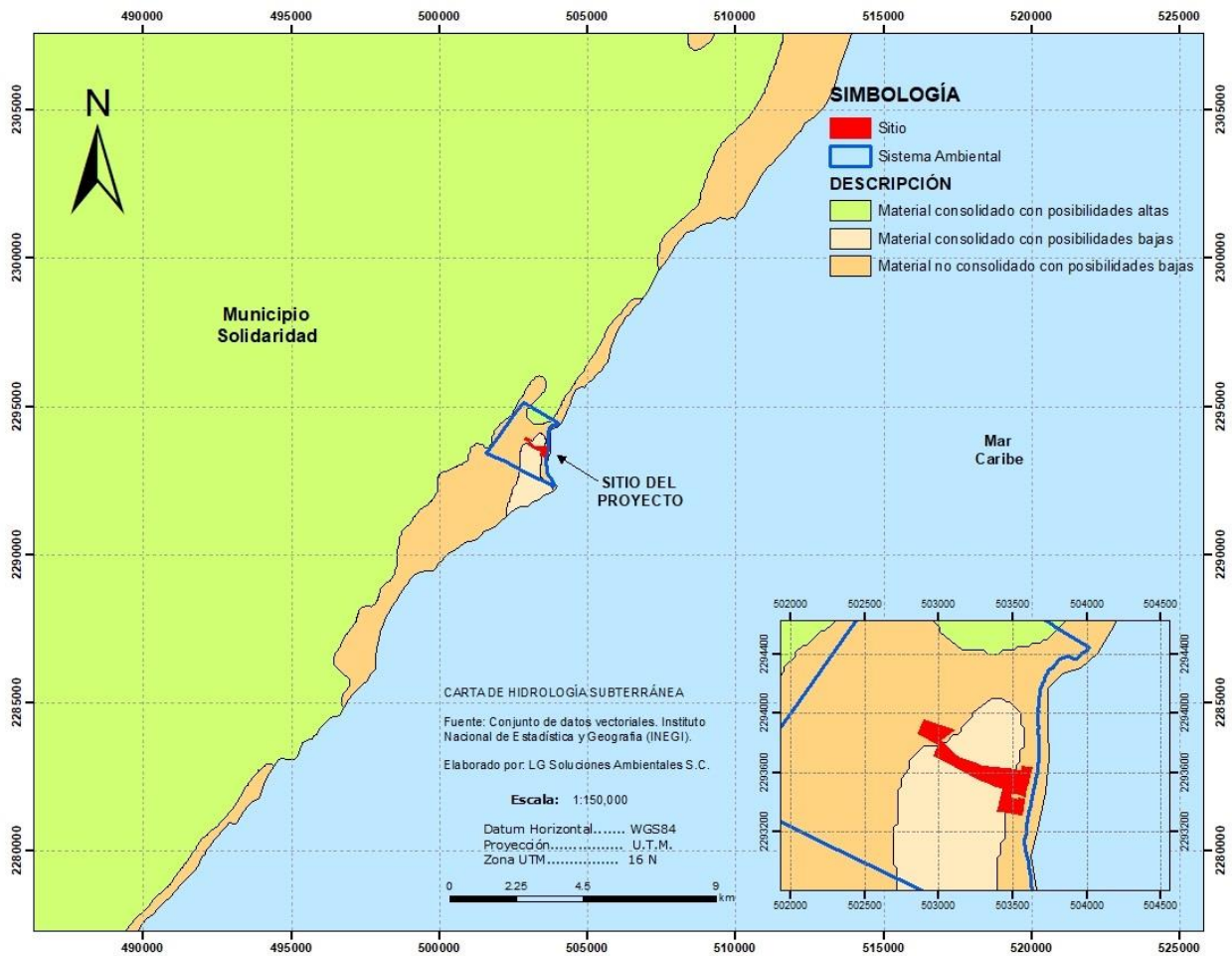


Figura 47. Carta de hidrología subterránea. El sitio del proyecto se sitúa en un área con material no consolidado, con bajas posibilidades de funcionar como acuífero.

**Aire.** Las condiciones naturales típicas de los ecosistemas costeros de la península de Yucatán presentan brisa marina constantes y vientos dominantes estacionales que facilitan la dispersión o depósito de partículas. De acuerdo con Inventario Nacional de Emisiones de México, en la entidad las emisiones originadas por fuentes fijas o móviles no son consideradas como significativas, puesto que no rebasaban los niveles permisibles de contaminación (INEGI, 2011). A lo anterior se debe considerar el hecho de que en la zona soplan vientos constantes del este y sureste que alcanzan velocidades de 5 m/seg y hasta 20 m/seg, lo que se considera fuerza suficiente para la dispersión de los contaminantes por lo que la calidad del aire en este sistema ambiental se considera satisfactoria.

#### IV.2.3 Medio biótico

Con base en la Carta de uso del suelo y vegetación, serie VI, de INEGI misma que tiene como año de referencia el 2017, el sistema ambiental definido se encuentra conformado por vegetación de manglar (VM), vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ), y en menor proporción por áreas sin vegetación con presencia de asentamientos humanos (AH), formando un mosaico irregular cuya distribución puede apreciarse en la Figura 48. En el Cuadro 46 presenta la superficie en hectárea y el porcentaje de ocupación

de cada una de las condiciones de los usos de suelo y vegetación que prevalecen en este sistema ambiental definido.

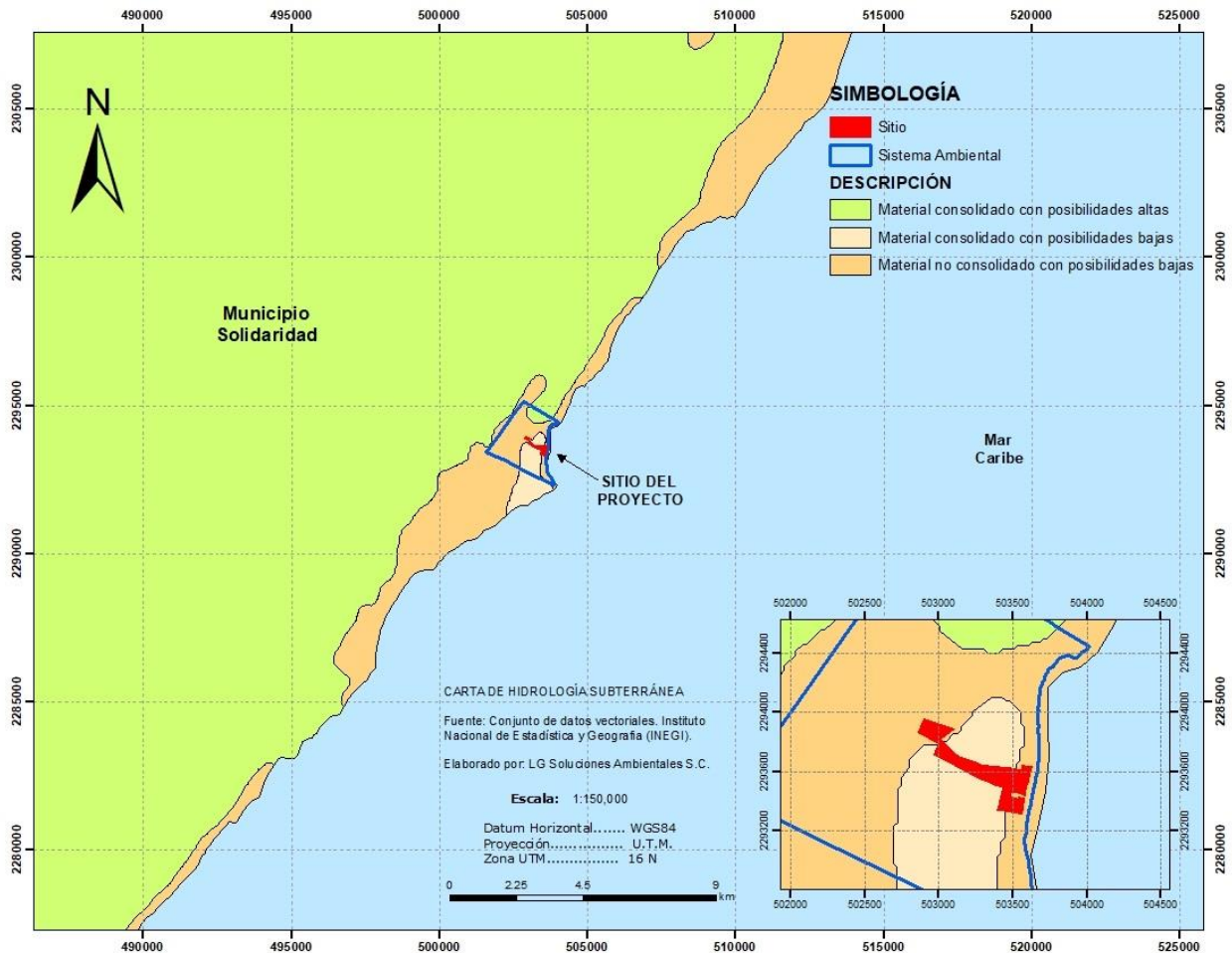


Figura 48. Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI, según esta carta el sitio de interés se cuenta con vegetación de manglar. Fuente: INEGI.

Cuadro 46. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación y uso del suelo del sistema ambiental, según INEGI serie VI.

Clave	Condición de la vegetación y uso del suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
AH	Urbano construido/asentamientos humanos	38.22	11.19
VM	Manglar	154.32	45.18
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	121.59	35.60
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	27.44	8.03
<b>Suma</b>		<b>341.57</b>	<b>100.00</b>



Al realizar el trabajo de campo en el sistema ambiental definido para el proyecto se detectó que la distribución de vegetación que presenta INEGI en la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI no coincide con lo observado en campo. La vegetación con mayor superficie de ocupación en el sistema ambiental, según la Carta de uso de suelo y vegetación de INEGI, Serie VI, corresponde a vegetación de manglar (VM); sin embargo, como se ha señalado dentro de este capítulo esta situación dista de la realidad, toda vez que la rodalización del SA a partir de imágenes aéreas recientes dan como resultado la expansión real de la urbanización y la cobertura de los diferentes tipos de vegetación que se muestran en el Cuadro 47.

*Cuadro 47. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones actuales del sistema ambiental definido para el proyecto obtenidas de la rodalización de imágenes aéreas obtenidas de Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community, interpretación de la Carta de uso de suelo y vegetación de INEGI, Serie VI y verificación en campo.*

Uso de suelo y vegetación	Superficie		Porcentaje (%)
	m <sup>2</sup>	Hectáreas	
Mar	25,425.01	2.54	0.74
Humedal con vegetación de manglar (VM)	929,160.25	92.92	27.20
Playa	55,577.49	5.56	1.63
Sin vegetación aparente	304,462.67	30.45	8.91
Urbano	717,744.66	71.77	21.01
Duna costera (DC)	42,847.05	4.28	1.25
Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)	1,340,460.59	134.05	39.24
<b>Total</b>	<b>3,415,677.72</b>	<b>341.57</b>	<b>100.00</b>

#### IV.2.3.1. Descripción del tipo de vegetación en el sistema ambiental

Particularmente en el SA definido las principales comunidades vegetales son las siguientes:

**Vegetación secundaria de las selvas medianas subperennifolias (VSA/SMQ–39.24%).** Comunidades originadas por la destrucción o afectación de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original; en otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. En la clasificación de estas comunidades se consideran las siguientes etapas sucesionales secundarias. Arbórea (\*VSA): se desarrolla después de transcurridos varios años del desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad se pueden encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o varias. Arbustiva (\*VSA): Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original. Herbácea (\*VSh): Primera fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de formas herbáceas. Puede ser sustituida o no por una fase arbustiva. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

Por lo tanto, es de mencionar que dentro del sistema ambiental definido se distribuyen zonas en donde la vegetación natural de selva (en su nivel más alto), ha sido reemplazada por áreas de vegetación alterada y en distintos grados de recuperación, la cual en la gran mayoría de los casos alcanza alturas entre los 2 y

10 m y en donde sobresalen especies arbóreas solitarias o en conjuntos más diversos de dimensiones de escasas a regulares. La composición florística es semejante a la de una vegetación conservada de selva mediana, solamente que la estructura horizontal y vertical se encuentra completamente modificada. Las causas que afectan a la vegetación son variadas y pueden ser atribuidas a fenómenos naturales -como el impacto de huracanes- y antropogénicas -actividades humanas que incluyen la apertura de brechas y caminos, el cambio de uso de suelo con fines agropecuarios, el aprovechamiento furtivo de la madera, el cual se realiza sin ninguna tecnificación, a no ser el empleo de la motosierra para la tumba de los árboles y para su aserrío, así como el propio desarrollo urbano en actividades turísticas y comerciales-.

**Humedal con vegetación de manglar (VM – 27.20%).** Es una comunidad densa dominada principalmente por un grupo de cuatro especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud. Se desarrolla en los márgenes de lagunas costeras, esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, y en las partes bajas y fangosas de las costas, siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. En el Sistema Ambiental definido para el sitio del proyecto este tipo de vegetación se distribuye en la zona oeste.

Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófilas. Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo. Las alturas de los mangles pueden variar desde 1 hasta 30 metros.

En México están presentes cuatro especies, el Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*), el Mangle Negro (*Avicennia germinans*), el Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*) y el Mangle Botoncillo (*Conocarpus erectus*); frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

**Vegetación de dunas costeras (DC-1.25%).** En este tipo de vegetación se distinguen dos asociaciones vegetales, una predominantemente herbácea conformada por especies halófitas costeras; y la segunda compuesta por individuos de vegetación de matorral costero, como se señala en la guía para la interpretación de cartografía del INEGI. En el SA este tipo de vegetación se desarrolla en la sección este, entre el mar y la vegetación de manglar, y presenta alto grado de fragmentación por causa de los desarrollos turísticos, así como por las constantes alteraciones causadas por los eventos meteorológicos. Las especies que se desarrollan en esta comunidad vegetal son particularmente de vida herbácea algunas postradas (rastreras) y arbustiva de baja estatura.

Este tipo de vegetación se desarrolla prácticamente en toda la zona conocida como Punta maroma, se caracteriza por la dominancia de especies de baja altura. Las especies más comunes son *Suriana maritima*, *Tournefortia gnaphalodes* y *Scaevola plumieri*, en una zona denominada de arbustos "rompe-vientos", en tanto que, en la parte con mejor desarrollo estructural, se encuentran especies como *Bravaisia berlandieriana*, *Coccoloba uvifera*, *Ernodea littoralis*, *Sideroxylon americanum*, *Bromelia sp.*, *Bonellia macrocarpa*, *Krugiodendrum ferreum*, *Metopium brownei*, *Cordia sebestena*, *Opuntia dillenii*, *Selenicereus grandiflorus donkelaarii*, así como la Palma Chit (*Thrinax radiata*), entre otras especies.

**Asentamientos humanos/urbano (AH-21.01%).** INEGI agrupa bajo este término los asentamientos humanos entendidos como sitios específicos donde se establecen viviendas o refugios habitados, pero

también se incluyen en esta categoría de uso de suelo otras áreas sin vegetación aparente como son los caminos de terracería, carreteras, desarrollos turísticos, complejos hoteleros, una pequeña área de pastizal entre otras áreas sin vegetación de menor extensión. En el SA la condición prevalente y causa de la urbanización son los desarrollos turísticos y complejos hoteleros ya que no se observaron asentamientos humanos como tales.

Finalmente, la **zona de playa y el mar** en el sistema ambiental ocupan el **2.37%**.

#### *IV.2.3.2. Caracterización de la vegetación presente en el sistema ambiental*

La caracterización de la vegetación específica del SA donde se pretende desarrollar el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, se llevó a cabo para tener un fundamento técnico de las condiciones que actuales y de las afectaciones que podrían ocasionarse por el desarrollo del proyecto.

Con la finalidad de medir las condiciones de la vegetación del sistema ambiental específicamente con el mismo tipo de vegetación donde se ubica el sitio del proyecto se realizaron estimaciones de la vegetación. Para determinar la representatividad de la muestra en el SA, se consideró que la superficie del sistema ambiental definido es de 341.57 hectáreas y dentro del cual existe un 39.24% de vegetación que corresponde de manera específica a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia, mismo tipo de vegetación que se encuentra dentro del sitio del proyecto de manera prevalente. Por lo anterior, evidentemente sería insuficiente obtener un tamaño de muestra para la superficie del sistema ambiental, basado en esto, se recurrió a obtener una muestra testigo, es decir, se seleccionó una superficie del sistema ambiental similar o igual al mismo tipo de vegetación y superficie del proyecto sobre el cual se establecieron ocho sitios de muestreo (800 m<sup>2</sup>). Todo lo anterior con la finalidad de conocer las características de la vegetación y de llevar a cabo una comparación de la vegetación entre el sistema ambiental y las características del área sujeta a cambio de uso de suelo y, así determinar cuáles podrían ser las posibles diferencias entre ambos sitios y que, a la falta de uno, el otro mantenga la biodiversidad de la flora y fauna silvestre.

Para realizar la caracterización de la vegetación y el inventario de los recursos florísticos, se realizó un extenso recorrido por el área. El reconocimiento de la zona fue facilitado por la existencia de brechas de deslinde de propiedades. Asimismo, la vegetación fue caracterizada de acuerdo con criterios fisonómicos, por lo que se realizaron observaciones y mediciones de los diámetros promedio de las especies a 1.30 m del suelo, altura promedio de la vegetación y presencia-ausencia de especies caducifolias y perennifolias. La toma de datos de campo se realizó de acuerdo con las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva se levantaron ocho sitios de muestreo de 100 metros cuadrados. Durante el trabajo de campo, se obtuvieron fotografías de la zona, se realizaron recorridos en brechas para reconocer las condiciones de la vegetación presente a partir de sus diferencias fisonómicas y para identificar evidencias de usos y perturbaciones previas en la vegetación.

Las unidades de muestreo consistieron en unidades cuadradas con subunidades de diferentes dimensiones, el tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad mayor de 100 m<sup>2</sup>, con subunidades de 25 m<sup>2</sup> y 1 m<sup>2</sup>, en donde se registraron individuos de cada uno de los estratos o grupos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Para llevar un orden sistemático en el levantamiento de datos, se inició la cuenta con dirección norte, tomando la dirección de una esquina, y se continuó en el sentido de las manecillas del reloj.

En el Cuadro 48 se presentan las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo y en la Figura 49, se presenta su distribución esquemática.

Cuadro 48. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo en el sistema ambiental. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error  $\pm 5.0$  m.

Número Sitio	Coordenadas UTM, (Datum WGS-84 16Q)	
	X	Y
SA 1	503,451	2,293,431
SA 2	503,436	2,293,436
SA 3	503,447	2,293,445
SA 4	503,395	2,293,449
SA 5	503,376	2,293,454
SA 6	503,354	2,293,451
SA 7	503,335	2,293,452
SA 8	503,316	2,293,465



Figura 49. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.

El registro de las especies en el sistema ambiental se preparó de acuerdo con la nomenclatura de *Carnevali, et al.* (2010) y se ordenó alfabéticamente por especie. Asimismo, se estandarizó a la reconocida por ITIS

(Integrated Taxonomic Information System) por ser la autoridad taxonómica de información a nivel mundial y a la cual México está adherido por intermediación de la Comisión Nacional para Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) y lo dispuesto en el proyecto de ciencia ciudadana y red social Naturalista. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, considerando la última modificación en su Anexo Normativo III realizada el 14 de noviembre de 2019.

#### IV.2.3.3. Composición de las especies de flora

En total en el SA se identificaron 95 especies vegetales, de las cuales 60 especies son árboles, 15 son arbustivas, 11 herbáceas, 5 palmas, 3 epifitas y 1 bejuco. Estas especies se encuentran agrupadas en 41 familias, de la cual la Fabáceas es la más abundante con 16 especies identificadas. En este sistema ambiental se identificaron ocho especies protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que son *Beaucarnea pliabilis* (A), *Coccothrinax readii* (A), *Thrinax radiata* (A), *Cedrela odorata* (PE), *Rhizophora mangle* (A), *Avicennia germinans* (A), *Conocarpus erectus* (A) y *Laguncularia racemosa* (A) que se reportan bajo la categoría de Amenazadas (A) o Protección Especial (PE).

Cuadro 49. Riqueza florística registrada en el sistema ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común/clave	Forma de vida	Protección
1	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	Árbol	Amenazada
2	Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Julub	Herbácea	
3	Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Maguey Verde	Herbácea	
4	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de Mar	Herbácea	
5	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Árbol	
6	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela	Árbol	
7	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	Árbol	
8	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de Mayo	Árbol	
9	Apocynaceae	<i>Rhabdadenia biflora</i>	Trepadora de Manglar	Bejuco	
10	Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Hoja de Cuero	Herbácea	
11	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Palma	Amenazada
12	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palma Cocotera, Coco	Palma	
13	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Guano	Palma	
14	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Palma	Amenazada
15	Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	Palma	
16	Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	Herbácea	
17	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Árbol	
18	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote de Playa	Árbol	
19	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	X-Cinta ku'uk	Epifita	
20	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	Árbol	
21	Cactaceae	<i>Selenicereus testudo</i>	Pitaya	Epifita	
22	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya de Monte	Arbusto	
23	Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Hoja Dura	Árbol	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común/clave	Forma de vida	Protección
24	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	Árbol	Amenazada
25	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo	Árbol	Amenazada
26	Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i>	Magüey Morado	Herbácea	
27	Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	Árbol	
28	Ebenaceae	<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchuché	Árbol	
29	Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	Chawche	Arbusto	
30	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	Chaya de Monte,	Arbusto	
31	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Arbusto	
32	Euphorbiaceae	<i>Adelia barbinervis</i>	Pakalche	Arbusto	
33	Fabaceae	<i>Coulteria mollis</i>	Chakte Viga	Arbusto	
34	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	Árbol	
35	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasín	Árbol	
36	Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	Árbol	
37	Fabaceae	<i>Cenostigma gaonera</i>	Kitamche	Árbol	
38	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de Vaca	Arbusto	
39	Fabaceae	<i>Gliricidia maculata</i>	Sacyab	Árbol	
40	Fabaceae	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Saktsalam	Árbol	
41	Fabaceae	<i>Vachellia collinsii</i>	Subin	Arbusto	
42	Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Subinche	Árbol	
43	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Árbol	
44	Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Tsinche	Árbol	
45	Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Tzutuk	Árbol	
46	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxima	Árbol	
47	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Xyaxk aax	Arbusto	
48	Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Yaaxek	Árbol	
49	Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>	Pukim	Arbusto	
50	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnic	Árbol	
51	Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Hochoche	Árbol	
52	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Wuayacte	Árbol	
53	Malpighiaceae	<i>Bunchosia swartziana</i>	Sipiche	Árbol	
54	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Árbol	
55	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	Arbusto	
56	Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i>	Zuput	Arbusto	
57	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Árbol	Protección
58	Meliaceae	<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche	Árbol	
59	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Álamo	Árbol	
60	Moraceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	Árbol	
61	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	Árbol	
62	Moraceae	<i>Ficus crocata</i>	Pacum	Árbol	
63	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Árbol	
64	Myrtaceae	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	Árbol	
65	Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	Eugenia	Árbol	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común/clave	Forma de vida	Protección
66	Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	Árbol	
67	Nolinaceae	<i>Beaucarnea plabilis</i>	Despeinada	Árbol	Amenazada
68	Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	Árbol	
69	Orchidaceae	<i>Schomburgkia tibicinis</i>	Orquídea	Epífita	
70	Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	Herbácea	
71	Poaceae	<i>Cynodon nlemfuonsis</i>	Zacate Estrella	Herbácea	
72	Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacate Guinea	Herbácea	
73	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	Árbol	
74	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	Árbol	
75	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tsitsilche	Árbol	
76	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbusto	
77	Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomoche	Árbol	
78	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol	
79	Rhamnaceae	<i>Colubrina greggii</i>	Pucniic	Árbol	
80	Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintoc	Árbol	
81	Rhizophoreaceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle Rojo	Árbol	Amenazada
82	Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de Monte	Herbácea	
83	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Pechkitam	Árbol	
84	Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i>	Tastab	Árbol	
85	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Xkanan	Herbácea	
86	Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjache	Árbol	
87	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Tamkasche	Árbol	
88	Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	Árbol	
89	Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Cude	Arbusto	
90	Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Guaya	Árbol	
91	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	Árbol	
92	Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo	Árbol	
93	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	Árbol	
94	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Árbol	
95	Theophrastaceae	<i>Jacquinia macrocarpa</i>	Naranjillo	Arbusto	

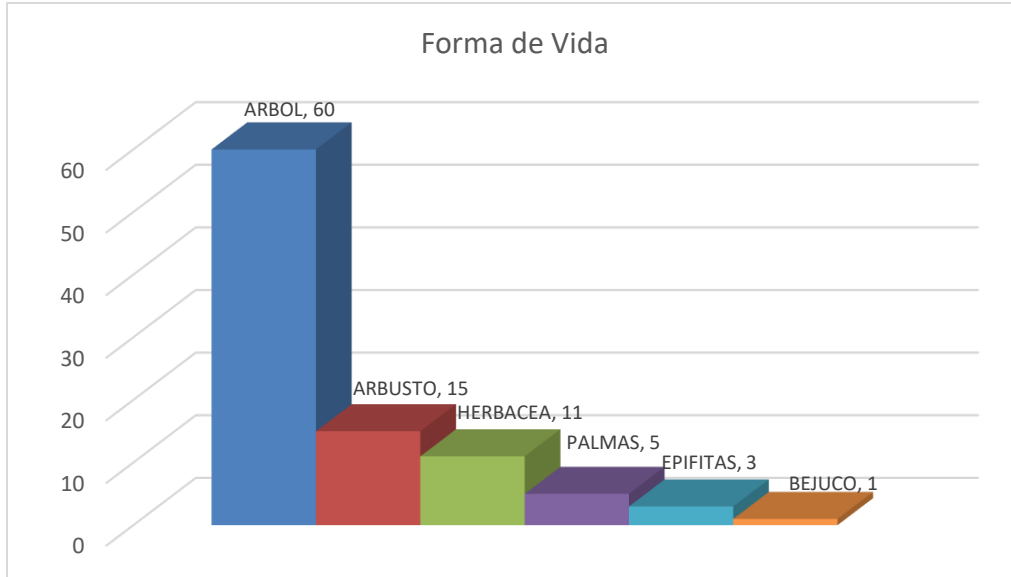


Figura 50. Representación gráfica de la riqueza por forma de vida de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia presente en el sistema ambiental.

#### IV.2.3.4. Especies protegidas

En este sistema ambiental se registraron siete especies de plantas que están incluidas en la 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 o cambio de lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, considerando la última modificación en su Anexo Normativo III realizada el 14 de noviembre de 2019.

Cuadro 50. Lista de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 del sistema ambiental.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida	Estatus
1	ARECACEAE	<i>Coccothrinax readii</i>	Nakax	Palma	Amenazada
2	ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Palma	Amenazada
3	NOLINACEAE	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada	Árbol	Amenazada
4	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Árbol	Protección
5	RHIZOPHOREACEAE	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle Rojo	Árbol	Amenazada
6	COMBRETACEAE	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	Árbol	Amenazada
7	COMBRETACEAE	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo	Árbol	Amenazada
8	ACANTHACEAE	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	Árbol	Amenazada

#### IV.2.3.5. Análisis de diversidad de la vegetación

#### Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el sistema ambiental (VIR)



En el Cuadro 51 se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies que se registraron en el grupo arbóreo del sistema ambiental de este proyecto y que corresponden a los individuos de 10 cm de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP = 1.30 m) en adelante que fueron registrados en las unidades de 100 m<sup>2</sup>. En total, en las ocho unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registraron siete especies que corresponden a este arbóreo. El Chechen (*Metopium brownei*) fue la especie más importante de acuerdo con el VIR.

Cuadro 51. Valor de Importancia Relativa (VIR) del grupo arbóreo en el sistema ambiental de este proyecto.

No.	Nombre científico	Nombre común /clave	D	D R	F R	ABR	VIR
1	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	48	63.158	33.333	71.943	168.435
2	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	13	17.105	20.833	6.516	44.454
3	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	6	7.895	16.667	11.493	36.055
4	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	5	6.579	12.500	5.731	24.810
5	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	2	2.632	8.333	1.632	12.597
6	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	1	1.316	4.167	1.411	6.894
7	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	1	1.316	4.167	1.274	6.756
<b>Total</b>			<b>76</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

En el Cuadro 52 se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies del grupo arbustivo que corresponde a las plantas arbustivas mayores de un metro de altura, palmas con tallos definidos que presentaron diámetros de 3 a 9.9 cm de diámetro, registradas en las unidades de muestreo de 25 m<sup>2</sup>. En total, en las ocho unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registraron nueve especies. De acuerdo con los datos obtenidos, la especie con el valor de importancia relativa más alto fue la Palma Chit (*Thrinax radiata*).

Cuadro 52. Valor de Importancia Relativa (VIR) del grupo arbustivo en el sistema ambiental de este proyecto.

No.	Nombre científico	Nombre común /clave	D	D R	F R	ABR	VIR
1	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	22	62.857	38.889	79.016	180.762
2	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	3	8.571	11.111	8.372	28.054
3	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	3	8.571	11.111	2.090	21.772
4	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	2	5.714	11.111	2.685	19.511
5	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	1	2.857	5.556	3.937	12.350
6	<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche	1	2.857	5.556	1.470	9.883
7	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo	1	2.857	5.556	1.215	9.628
8	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chakni	1	2.857	5.556	0.778	9.190
9	<i>Randia aculeata</i>	Pechkitam	1	2.857	5.556	0.437	8.850
<b>Total</b>			<b>35</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

En el Cuadro 53 se presenta el valor de importancia relativa para el grupo herbáceo, que corresponde a las plantas herbáceas, arbustos menores de un metro de altura, palmas juveniles y plántulas de árboles que se registraron en las unidades de 1 m<sup>2</sup>. En total, en las ocho unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró la presencia de solo dos especies, siendo la Palma Chit la especie dominante.

Cuadro 53. Valor de Importancia Relativa (VIR) del grupo herbáceo del sistema ambiental.

No.	Nombre científico	Nombre común/clave	D	D R	F	F R	VIR
1	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	44	97.778	3	75.000	172.778
2	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo	1	2.222	1	25.000	27.222
<b>Total</b>			<b>45</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

### Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística en el sistema ambiental

En los siguientes cuadros se presentan los valores de diversidad y riqueza por estrato para la vegetación del sistema ambiental. De esta forma, el índice de diversidad de Shannon-Wiener se expresa como  $H'$  y contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice normalmente se refiere con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Entre mayor es el índice, mayor es la diversidad.

Cuadro 54. Diversidad ( $H'$ ), diversidad máxima y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del grupo herbáceo en el sistema ambiental.

No.	Especie	Nombre común/clave	D	pi	-(pi)(LNpi)	(LNpi)
1	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo	1	0.022	0.085	-3.807
2	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	44	0.978	0.022	-0.022
<b>Total</b>			<b>45</b>	<b>1</b>	<b>0.107</b>	<b>0</b>
				<b>H=</b>	<b>0.107</b>	
				<b>Hmax=</b>	<b>0.693</b>	
				<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.154</b>	

Cuadro 55. Diversidad ( $H'$ ), diversidad máxima y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del grupo arbustivo en el sistema ambiental.

No.	Especie	Nombre común/clave	D	pi	-(pi)(LNpi)	(LNpi)
1	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo	1	0.029	0.102	-3.555
2	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chakni	1	0.029	0.102	-3.555
3	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	1	0.029	0.102	-3.555
4	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	22	0.629	0.292	-0.464
5	<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche	1	0.029	0.102	-3.555
6	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	2	0.057	0.164	-2.862
7	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	3	0.086	0.211	-2.457
8	<i>Randia aculeata</i>	Pechkitam	1	0.029	0.102	-3.555
9	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	3	0.086	0.211	-2.457
<b>Total</b>			<b>35</b>	<b>1.000</b>	<b>1.384</b>	<b>0.000</b>
				<b>H=</b>	<b>1.384</b>	
				<b>Hmax=</b>	<b>2.197</b>	
				<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.630</b>	

Cuadro 56. Diversidad ( $H'$ ), diversidad máxima y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies del grupo arbóreo en el sistema ambiental.

No.	Especie	Nombre común/clave	D	$p_i$	$-(p_i)(\ln p_i)$	$(\ln p_i)$
1	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	5	0.066	0.179	-2.721
2	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	1	0.013	0.057	-4.331
3	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	48	0.632	0.290	-0.460
4	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	13	0.171	0.302	-1.766
5	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	6	0.079	0.200	-2.539
6	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	1	0.013	0.057	-4.331
7	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	2	0.026	0.096	-3.638
<b>Total</b>			<b>76</b>	<b>1.000</b>	<b>1.181</b>	<b>0.000</b>
					<b>H=</b>	<b>1.181</b>
					<b>Hmax=</b>	<b>1.946</b>
					<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.607</b>

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística para los tres estratos fue menor a 2.00. El valor H más alto se registró para el estrato arbustivo (1.384), seguido del arbóreo (1.181) ambos considerando bajo y por último el herbáceo (0.107) aún más bajo. En cuanto a la equitatividad los valores estimados fueron 0.154, 0.630 y 0.607 lo cual significa que la distribución de las especies no es homogénea, debido a la predominancia de las especies Chechen (*Metopium brownei*) y Palma Chit (*Thrinax radiata*).

Cuadro 57. Diversidad ( $H'$ ) y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies de plantas por grupos del sistema ambiental.

Índices	Grupos		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
H=	1.181	1.384	0.107
Hmax=	1.946	2.197	0.693
Equitabilidad=	0.607	0.630	0.154
Riqueza	7	9	2

#### IV.2.3.6. Fauna en el sistema ambiental

El Estado de Quintana Roo, corresponde a la Provincia Biótica Yucatanense de la Región Zoogeográfica Neotropical, que contiene fauna muy diversa, pero todavía mal conocida. La diversidad faunística de la Península de Yucatán, es el resultado de la ubicación geográfica concomitante con las rutas migratorias de gran número de aves; el origen geológico y características cársticas que son la base de la existencia de gran cantidad de fauna troglóbica endémica; los sistemas lagunares costeros y la barrera arrecifal coralina, cuyas características ecosistémicas implican alta diversidad de especies acuáticas, y la variedad de ecosistemas terrestres que albergan gran diversidad de fauna y flora.

El objetivo de este estudio es establecer las bases de conocimiento del tipo de fauna presente en el sistema ambiental, que permitan diseñar una estrategia de protección a la fauna nativa que actualmente habita o utiliza la zona del área a desarrollar, de manera que se conserve la biodiversidad de la comunidad de macro vertebrados.

La caracterización de la fauna en el sistema ambiental fue realizada mediante una revisión bibliográfica y documental con el objeto de describir la fauna de vertebrados que existen en la zona y para determinar la

presencia de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. En la corroboración de las especies incluidas se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (1996), Mackinnon (1986, 2017), Peterson and Chalif (1993), López-Ornat (1990), NGS (1995) y Navarro, *et al.* (1990). También se echó mano de la información disponible en la plataforma Naturalista que administra la CONABIO y en la de eBird que administra el Laboratorio de Ornitología de Cornell.

Durante los recorridos hechos para la realización de la caracterización de la fauna en el sistema ambiental se pudo constatar que la fauna silvestre no es muy abundante, debido en parte a la fragmentación del medio natural por los procesos de urbanización de la industria turística y en parte por los tipos y las condiciones de la vegetación presentes en el SA. La época en que se llevó a cabo el levantamiento de datos de campo y su intensidad también son factores determinantes en los resultados obtenidos. De las aves, que fueron las más abundantes en esta zona por ser las más conspicuas, se observaron en su mayoría especies comunes en zonas alteradas y que hacen sus recorridos por el lugar en busca de alimento, la mayoría fueron observadas en tránsito o alimentándose.

Del total de las especies reportadas, se puede decir que los anfibios, los reptiles y los pequeños mamíferos son residentes en las áreas donde aún se conserva vegetación natural; las aves seguramente sólo utilizan los recursos como parte de un área más grande que permite satisfacer sus necesidades básicas de subsistencia.

### **Descripción del método de muestreo**

Como el propósito fue registrar la presencia de las especies en el área del sistema ambiental se seleccionó la técnica de observación directa, que cumple tal fin. El método utilizado por observación directa corresponde tanto a observaciones con ayuda de binoculares y fotografías, como al registro de sonidos como cantos y llamados de las aves. Toda la información fue verificada con la ayuda de guías de identificación de aves.

La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamenta en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981), Day, *et al.* (1980), Gaviño, *et al.* (1979), Manzanilla y Pééfaur (2000), donde se indican formas de captura, observación y análisis de información sobre vertebrados terrestres. En la corroboración de los individuos se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (1996), Mackinnon (1986, 2017), Peterson and Chalif (1993), López-Ornat (1990), NGS (1995) y Navarro, *et al.* (1990).

**Herpetofauna.** En el caso de la herpetofauna durante los recorridos se llevó a cabo un método combinado de búsqueda y detección. Este método permite desarrollar una lista de especies de un tipo de hábitat. No se realizaron capturas ni sacrificios de organismos, ya que el objetivo del estudio implicó únicamente la identificación en campo de las especies presentes, por lo que se recurrió únicamente al método de observación directa.

Se realizaron recorridos a pie, diurnos, a través de las brechas existentes en el sistema ambiental, para registrar todos los anfibios y reptiles observados. Se llevó a cabo una búsqueda de anfibios y reptiles en los microhábitats a lo largo de los senderos establecidos en el sistema ambiental, revisando restos vegetales, rocas, oquedades, troncos, etc. Durante los recorridos a través del área se trataron de observar

huellas características que dejan algunos organismos al desplazarse. Así también se buscaron algunas señales que indican la presencia de estos organismos, tales como mudas, restos óseos, etc. Todas estas técnicas empleadas permiten verificar la ocurrencia (presencia) de especies en el área y son las más recomendadas para tal efecto.

**Avifauna.** Para las aves se utilizaron binoculares para su observación a distancia y para determinar las especies se emplearon claves especializadas y guías de campo, incluyendo la aplicación eBird. Se puso atención también al registro de sonidos como cantos y llamados de las aves para completar los listados de campo, apoyando la confirmación de la especie con audios disponibles en la aplicación Merlin Bird ID. Este método permite desarrollar una lista de especies en un tipo de hábitat. Se consideraron también registros de ejemplares observados durante todos los trabajos de campo relativos a flora.

**Mastofauna.** Se utilizó el método de observación directa, detección de rastros y huellas. Estos métodos permiten identificar la presencia de diversas especies en un tipo de hábitat. Al igual que para el muestreo de aves, se realizaron recorridos a pie en el área del sistema ambiental, para registrar los mamíferos observados. Sin embargo, dada la sensibilidad de los mamíferos para percibir la presencia humana por el olfato u oído, estos huyen o se esconden rápidamente, lo cual dificulta o imposibilita su observación directa, siendo pocos los ejemplares que logran ser observados y/o identificados. Razón por la cual se recurrió al método de muestreo a través de rastros y huellas. Considerando lo anterior, se llevó a cabo la búsqueda de rastros a lo largo de las brechas, durante los recorridos hechos para la observación directa e indirecta de mamíferos, registrando todas aquellas especies que pudieran identificarse mediante dichos rastros. Las observaciones y registros de campo se realizaron en cuatro transectos de muestreo de diferentes longitudes, distribuidos a lo largo de caminos de terracería que se encuentran dentro del sistema ambiental, lo anterior con la finalidad de determinar con certeza la caracterización de la fauna de vertebrados terrestres. Se consideraron también registros de ejemplares observados durante todos los trabajos de campo relativos a flora.

Cabe señalar que la nomenclatura de las especies se estandarizó a la reconocida por ITIS (Integrated Taxonomic Information System) por ser la autoridad taxonómica de información a nivel mundial y a la cual México está adherido por intermediación de la Comisión Nacional para Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO).

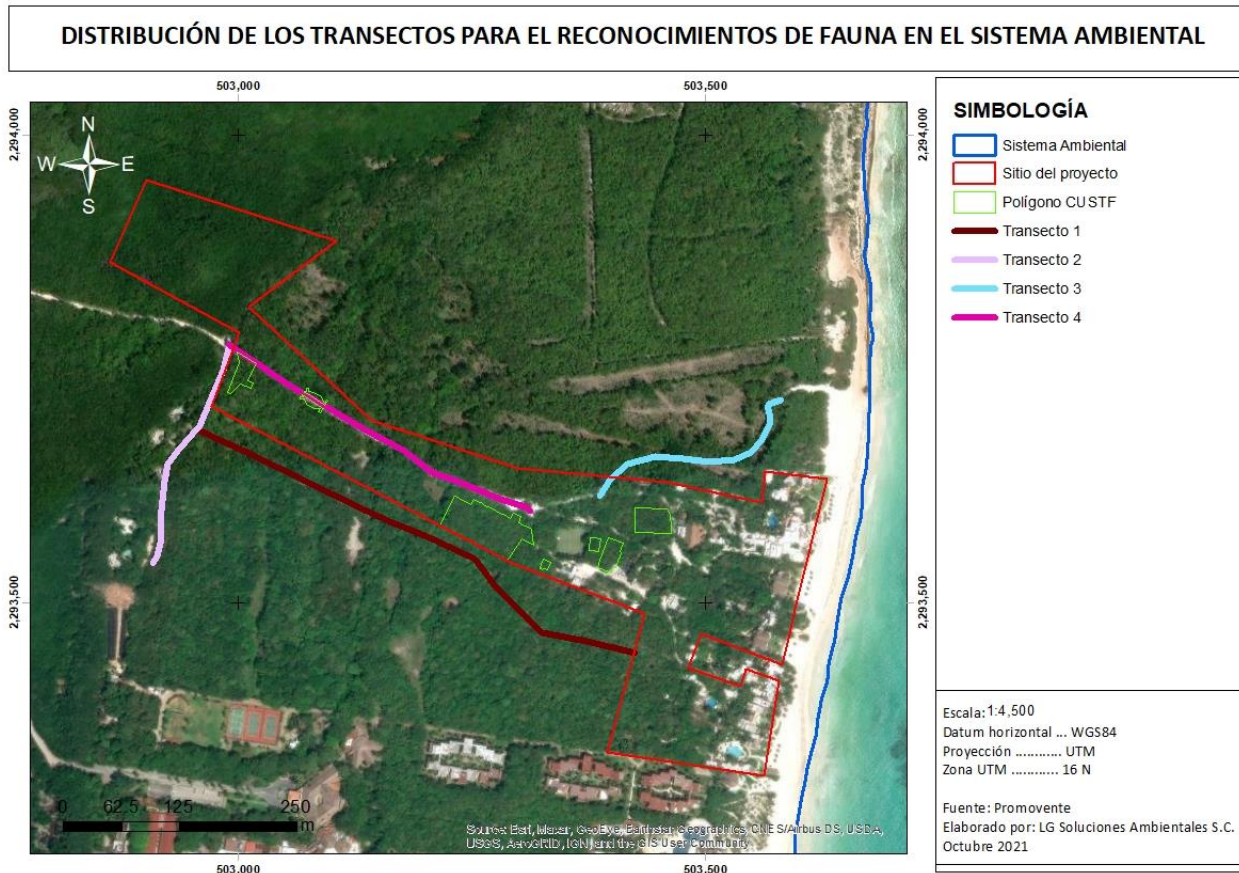


Figura 51. Distribución de los transectos para el reconocimiento de la fauna dentro del sistema ambiental.

#### IV.2.3.7. Análisis de la abundancia y diversidad de fauna

Con los datos de registro en campo se realizaron los cálculos pertinentes para los ensambles de vertebrados terrestres y obtener los siguientes parámetros para caracterizar las condiciones ecológicas de la comunidad faunística.

**Riqueza.** Este parámetro básico e imprescindible en todo estudio de caracterización se refiere al número de especies por grupo taxonómico que conforman la comunidad de una determinada área y se designa normalmente con la letra “S”. Este parámetro también se identifica como el nivel más básico de la diversidad y se le señala como diversidad alfa.

**Distribución.** Este parámetro se refiere a la distribución espacial de los organismos que dan origen a ensambles de especies que tienen una relación con cambios perceptibles en el entorno natural, que pueden ser considerados como hábitats. Este parámetro corresponde a un segundo nivel de diversidad denominado beta que se relaciona con las especies y cantidades de organismos que utilizan dichos hábitats.

**Abundancia.** Este parámetro indica la rareza o presencia habitual de organismos/especie en un hábitat, que se asocia a diversas condiciones y situaciones. A fin de establecer una medida se utiliza la siguiente

fórmula para obtener un valor de abundancia relativa (A.R.) que posteriormente se califica empleando los rangos propuestos por Petingill (1969).

$$A.R. = \frac{\text{Número de registros para la especie "X"}}{\text{Número de registros de la especie más abundante}} \times 100$$

Abundante. De 90% hasta 100% de abundancia relativa

Común. De 65% a 89% de abundancia relativa.

Frecuente. Con 31% a 64% de abundancia relativa.

Escasa. Con 10% a 30% de abundancia relativa

Rara. Con 1% a 9% de abundancia relativa.

**Equidad.** Este parámetro también recibe el nombre de Equitatividad y se designa con la letra E (J de Pielou) y en teoría es una forma de expresar en un intervalo desde 0 hasta 1 que tan homogéneamente están siendo utilizados los recursos del hábitat por los diversos integrantes del ensamble de especies. Su interpretación es que en la medida en que el valor obtenido se aproxima a 1, más equitativo (homogéneo) es la utilización de los recursos del hábitat por sus integrantes. Para lo anterior se utiliza la fórmula:

$$E = H'/H \text{ max.}$$

Donde

H máx. = log S (log del número de especies).

Por último, se realizó una consulta del listado obtenido con el de las especies con estatus de protección según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, considerando la última modificación en su Anexo Normativo III realizada el 14 de noviembre de 2019, para determinar las que están indicadas en alguna de las categorías de riesgo.

#### *IV.2.3.8. Riqueza de especies y abundancia relativa*

De acuerdo con los recorridos y registros de campo, la revisión bibliográfica y las especies reportadas dentro de los límites del SA, se concluye que la riqueza faunística de vertebrados terrestres del sistema ambiental, en lo que corresponde fundamentalmente a ecosistemas selváticos, principalmente por selva mediana subperennifolia en las zonas aun provistas de vegetación, corresponde a 51 especies de fauna, con 38 aves, 7 mamíferos, 5 reptiles y 1 anfibio (Cuadro 58).

Cuadro 58. Riqueza faunística del sistema ambiental donde se ubica el proyecto.

No.	Familia	Especie	Nombre común	No. de registros	abundancia relativa	
					%	Clase
<b>Anfibios</b>						
1	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i> (Baird, 1859)	Rana Leopardo	3	100	Abundante
<b>Reptiles</b>						
1	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i> Cocteau en AMC Duméril y Bibron, 1837	Abaniquillo pardo del Caribe	1	14	Escasa
2	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i> Wiegmann, 1828	Tolok	1	14	Escasa
3	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> (Gray, 1831)	Iguana Negra de Cola Espinosa	7	100	Abundante
4	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i> (Wiegmann, 1834)	Lagartija arcoíris	1	14	Escasa
5	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i> Cope, 1867	Lagartija espinosa	4	57	Frecuente
<b>Aves</b>						
1	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i> (Delattre, 1843)	Colibrí canelo	1	13	Escasa
2	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i> (Cabot, 1845)	Colibrí yucateco	2	25	Escasa
3	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i> (Sparrman, 1788)	Perico frente blanca	4	50	Frecuente
4	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i> Linnaeus, 1758	Garza morena	1	13	Escasa
5	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i> (Linnaeus, 1758)	Garcita verde	1	13	Escasa
6	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Zopilote aura	2	25	Escasa
7	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	Zopilote sabanero	1	13	Escasa
8	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i> (Hermann, 1783)	Chotacabras menor	1	13	Escasa
9	Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Reinita Mielera	3	38	Frecuente
10	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Zopilote Común	3	38	Frecuente
11	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1875)	Chara Yucateca	5	63	Frecuente
12	Icteridae	<i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)	Tordo cantor	2	25	Escasa
13	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i> (Linnaeus, 1758)	Ibis blanco	1	13	Escasa
14	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i> (Vigors, 1830)	Perico pecho sucio	4	50	Frecuente
15	Icteridae	<i>Icterus auratus</i> Bonaparte 1850	Calandria Dorso Naranja	3	38	Frecuente
16	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i> (Lesson, 1844)	Calandria Dorso Amarillo	2	25	Escasa
17	Icteridae	<i>Icterus gularis</i> (Wagler, 1829)	Calandria Dorso Negro Mayor	4	50	Frecuente
18	Icteridae	<i>Icterus prothemelas</i> (Strickland, 1850)	Calandria Caperuza Negra	1	13	Escasa
19	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829)	Carpintero cheje	8	100	Abundante



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

No.	Familia	Especie	Nombre común	No. de registros	abundancia relativa	
					%	Clase
20	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i> (Ridgway, 1885)	Carpintero yucateco	2	25	Escasa
21	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)	Centzontle tropical	3	38	Frecuente
22	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	Luisito común	2	25	Escasa
23	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i> (Wagler, 1930)	Chachalaca	2	25	Escasa
24	Accipitridae	<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	Águila Pescadora	1	13	Escasa
25	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Cuclillo canelo	1	13	Escasa
26	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Luis bienteveo	2	25	Escasa
27	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i> (Wagler, 1829)	Chara Pea	1	13	Escasa
28	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, JF, 1788)	Zanate mayor	4	50	Frecuente
29	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)	Golondrina ribereña	5	63	Frecuente
30	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Aguilla caminera	1	13	Escasa
31	Cardinalidae	<i>Saltator atriceps</i> (Lesson, 1832)	Saltador Cabeza negra	1	13	Escasa
32	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i> (Linnaeus, 1766)	Chipe suelero	1	13	Escasa
33	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i> (J. F. Gmelin, 1789)	Chipe playero	3	38	Frecuente
34	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i> (Linnaeus, 1766)	Chipe Amarillo	2	25	Escasa
35	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i> (Fridvaldszky, 1838)	Paloma de collar turca	4	50	Frecuente
36	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i> Swainson, 1834	Garza tigre mexicana	1	13	Escasa
37	Turdidae	<i>Turdus grayi</i> Bonaparte, 1838	Mirlo café	1	13	Escasa
38	Columbidae	<i>Zenaida asiática</i> (Linnaeus, 1758)	Paloma de alas blancas	2	25	Escasa
<b>Mamíferos</b>						
1	Agoutidae	<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842	Cereque	2	40	Frecuente
2	Procyonidae	<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	Coatí	4	80	Común
3	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	Mapache	1	20	Escasa
4	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	Venado cola blanca	1	20	Escasa
5	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i> J. A. Allen, 1877	Ardilla	5	100	Abundante
6	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i> (Saussure, 1860)	Brazo fuerte	1	20	Escasa
7	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	Zorra gris	1	20	Escasa

Para determinar el índice de diversidad en el caso de la fauna se estimó el Índice de Shannon-Wiener para medir la riqueza de especies registrada en el sistema ambiental. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes Cuadros.

Cuadro 59. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo reptiles.

No.	Especie	Registro	pi	-(pi) (Lnpi)	(LNpi)
1	<i>Anolis sagrei</i> Cocteau en Duméril y Bibron, 1837	1	0.071	0.189	-2.6
2	<i>Basiliscus vittatus</i> Wiegmann, 1828	1	0.071	0.189	-2.6
3	<i>Ctenosaura similis</i> (Gray, 1831)	7	0.500	0.347	-0.7
4	<i>Holcosus undulatus</i> (Wiegmann, 1834)	1	0.071	0.189	-2.6
5	<i>Sceloporus chrysostictus</i> Cope, 1867	4	0.286	0.358	-1.3
<b>Total</b>		<b>14</b>	<b>1</b>	<b>1.270</b>	
				<b>H=</b>	<b>1.270</b>
				<b>Hmax=</b>	<b>1.609</b>
				<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.789</b>

Cuadro 60. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de las aves.

No.	Especie	Registro	pi	-(pi) (Lnpi)	(LNpi)
1	<i>Amazilia rutila</i> (Delattre, 1843)	1	0.011	0.051	-4.477
2	<i>Amazilia yucatanensis</i> (Cabot, 1845)	2	0.023	0.086	-3.784
3	<i>Amazona albifrons</i> (Sparman, 1788)	4	0.045	0.141	-3.091
4	<i>Ardea herodias</i> Linnaeus, 1758	1	0.011	0.051	-4.477
5	<i>Butorides virescens</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.011	0.051	-4.477
6	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	2	0.023	0.086	-3.784
7	<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	1	0.011	0.051	-4.477
8	<i>Chordeiles acutipennis</i> (Hermann, 1783)	1	0.011	0.051	-4.477
9	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	3	0.034	0.115	-3.379
10	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	3	0.034	0.115	-3.379
11	<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1875)	5	0.057	0.163	-2.868
12	<i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)	2	0.023	0.086	-3.784
13	<i>Eudocimus albus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.011	0.051	-4.477
14	<i>Eupsittula nana</i> (Vigors, 1830)	4	0.045	0.141	-3.091
15	<i>Icterus auratus</i> Bonaparte 1850	3	0.034	0.115	-3.379
16	<i>Icterus chrysater</i> (Lesson, 1844)	2	0.023	0.086	-3.784
17	<i>Icterus gularis</i> (Wagler, 1829)	4	0.045	0.141	-3.091
18	<i>Icterus prothemelas</i> (Strickland, 1850)	1	0.011	0.051	-4.477
19	<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829)	8	0.091	0.218	-2.398
20	<i>Melanerpes pygmaeus</i> (Ridgway, 1885)	2	0.023	0.086	-3.784
21	<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)	3	0.034	0.115	-3.379
22	<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	2	0.023	0.086	-3.784
23	<i>Ortalis vetula</i> (Wagler, 1930)	2	0.023	0.086	-3.784
24	<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.011	0.051	-4.477
25	<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	1	0.011	0.051	-4.477
26	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	2	0.023	0.086	-3.784

No.	Especie	Registro	pi	-(pi) (Lnpi)	(LNpi)
27	<i>Psilorhinus morio</i> (Wagler, 1829)	1	0.011	0.051	-4.477
28	<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, J.F., 1788)	4	0.045	0.141	-3.091
29	<i>Riparia</i> (Linnaeus, 1758)	5	0.057	0.163	-2.868
30	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	1	0.011	0.051	-4.477
31	<i>Saltator atriceps</i> (Lesson, 1832)	1	0.011	0.051	-4.477
32	<i>Seiurus aurocapilla</i> (Linnaeus, 1766)	1	0.011	0.051	-4.477
33	<i>Setophaga palmarum</i> (J.F. Gmelin, 1789)	3	0.034	0.115	-3.379
34	<i>Setophaga petechia</i> (Linnaeus, 1766)	2	0.023	0.086	-3.784
35	<i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvaldszky, 1838)	4	0.045	0.141	-3.091
36	<i>Tigrisoma mexicanum</i> Swainson, 1834	1	0.011	0.051	-4.477
37	<i>Turdus grayi</i> Bonaparte, 1838	1	0.011	0.051	-4.477
38	<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus, 1758)	2	0.023	0.086	-3.784
<b>Total</b>		<b>88</b>	<b>1.000</b>	<b>3.446</b>	
			<b>H=</b>	<b>3.446</b>	
			<b>Hmax=</b>	<b>3.638</b>	
			<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.947</b>	

Cuadro 61. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de los mamíferos.

No.	ESPECIE	REGISTRO	pi	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
1	<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842	2	0.133	0.269	-2.015
2	<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	4	0.267	0.352	-1.322
3	<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.067	0.181	-2.708
4	<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	1	0.067	0.181	-2.708
5	<i>Sciurus yucatanensis</i> J. A. Allen, 1877	5	0.333	0.366	-1.099
6	<i>Tamandua mexicana</i> (Saussure, 1860)	1	0.067	0.181	-2.708
7	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	1	0.067	0.181	-2.708
<b>Total</b>		<b>15</b>	<b>1.000</b>	<b>1.709</b>	
			<b>H=</b>	<b>1.709</b>	
			<b>Hmax=</b>	<b>1.946</b>	
			<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.878</b>	

Cuadro 62. Síntesis de la Diversidad ( $H'$ ) y Equitabilidad ( $E$ ) de las especies de fauna registradas en el sistema ambiental.

Índice	Grupos		
	Reptiles	Aves	Mamíferos
H	1.270	3.446	1.709
Hmax	1.609	3.638	1.946
Equitabilidad	0.789	0.947	0.878
Riqueza	5	38	7

El número de especies registradas encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: el estado de la vegetación originado por las constantes actividades que se realizan en el sistema ambiental; y por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra colindante a sitios habitados y transitados. Además, es necesario mencionar que estudios de corta duración como el presente, tienen la limitación de

que los registros obtenidos solo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular (cf. Manzanilla y Péfaur, 2000).

Como es de esperarse, el grupo de las aves por ser las más conspicuas obtuvo el valor H más alto con  $H=3.446$  que se considera alto, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron valores muy parecidos de  $H=1.270$  y  $H=1.709$  respectivamente considerado bajo. La equitatividad resultó alta y muy similar en los tres grupos de vertebrados.

#### IV.2.3.9. Especies protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con los resultados obtenidos en el SA habita la Iguana Negra de Cola Espinosa (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especie Amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se registró la presencia de tres aves como el Loro de Frente blanca (*Amazona albifrons*), el Perico Pecho Sucio (*Eupsittula nana*) y el (*Amazilia rutila*) que poseen la categoría de Protección especial, estas especies sólo fueron observadas en tránsito por lo que se presume que no se ponen en riesgo sus poblaciones.

Con la implementación del proyecto, no se compromete la biodiversidad de la flora o de la fauna silvestre en el sistema ambiental, ya que además de que se conservará el 66.4% del sitio del proyecto en condiciones naturales, se prevé la implementación de programas específicos que permitan minimizar su afectación -rescate selectivo de vegetación, ahuyentamiento de fauna silvestre-. De esta manera se garantiza la permanencia de estos organismos en el sistema ambiental definido en este estudio.

#### IV.2.4 Medio socioeconómico

Debido a la carencia de información específica de las características del medio socioeconómico al nivel del sistema ambiental, se optó por describir las características del municipio de Solidaridad, que es la unidad geográfica más pequeña para la cual se tiene información oficial disponible.

El municipio de Solidaridad es un centro turístico de gran importancia. Como factores de atracción se puede mencionar la amplia oferta de empleo en el sector turístico y los servicios conexos. De acuerdo con cifras del Censo de Población y Vivienda del 2020, en el municipio de Solidaridad hay 333,800 habitantes permanentes, de los cuales 51.1% son hombres y 48.9% son mujeres (Figura 52). A nivel estatal es el segundo municipio con mayor población y ocupa el primer lugar en tasa de crecimiento, muy por encima de la media estatal (Figura 53). La actividad económica principal es el turismo.

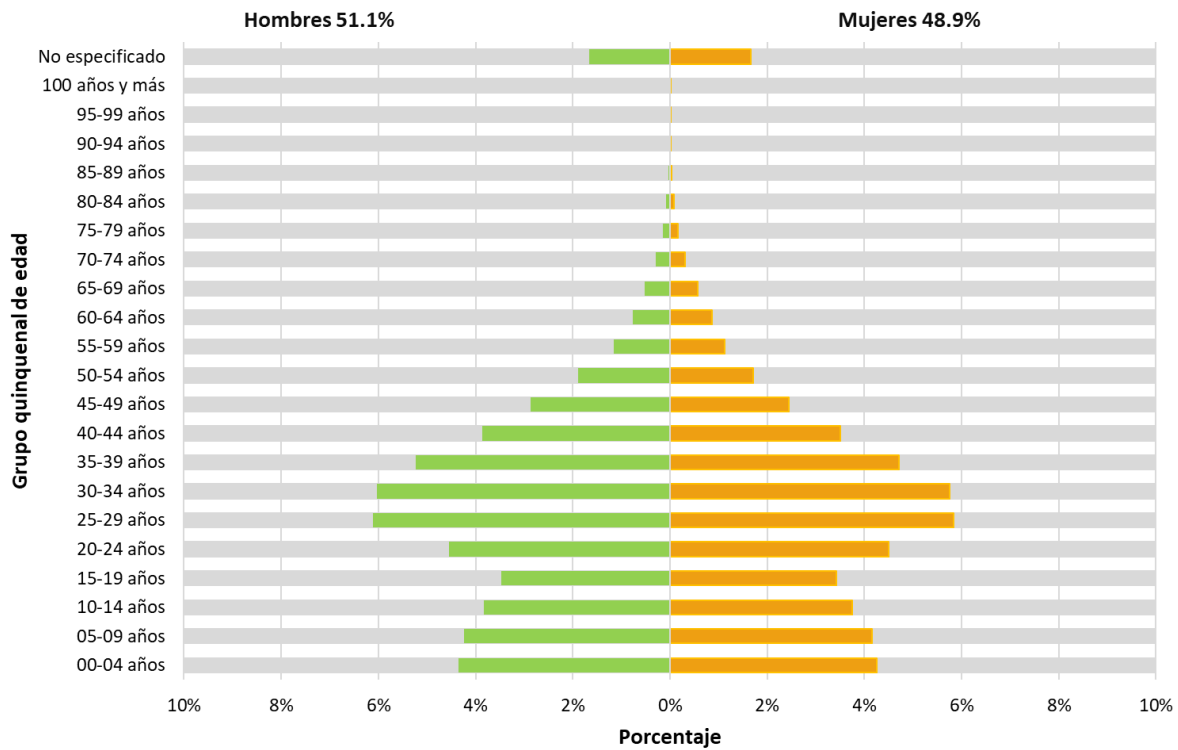


Figura 52. Pirámide de población y distribución por sexo del municipio de Solidaridad. Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020. Tabulados del Cuestionario Básico.

## TASA DE CRECIMIENTO POR MUNICIPIO

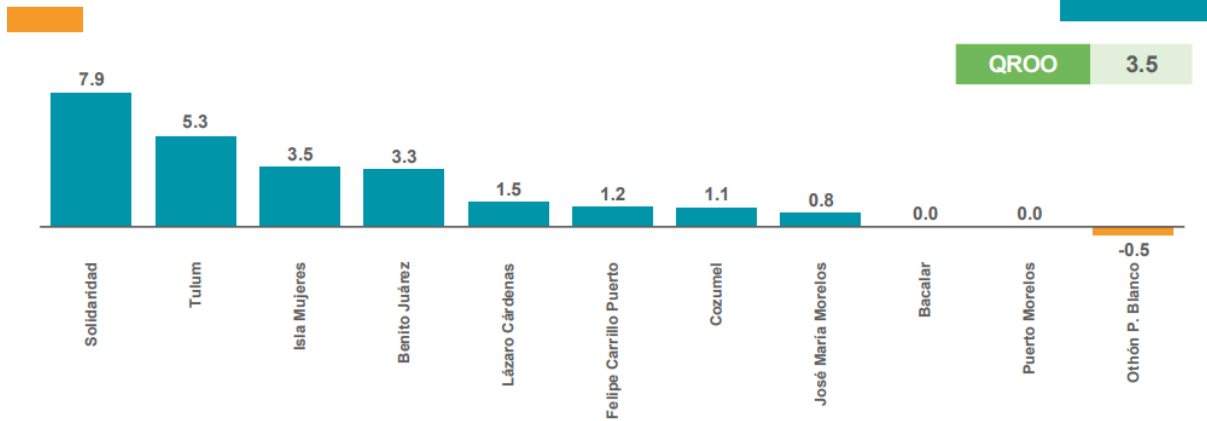


Figura 53. Tasa de crecimiento por municipio. Fuente: INEGI, Presentación de resultados de crecimiento Quintana Roo, Censo 2020.

Este crecimiento acelerado de la población ha derivado en una rápida sustitución de las áreas naturales por áreas urbanas, debido a la presión que ejerce la creciente demanda para el desarrollo de vivienda,

fuentes de empleo, bienes y servicios, particularmente en los alrededores de Playa del Carmen y en general en el corredor turístico denominado Riviera Maya.

De acuerdo con los datos obtenidos en el último Censo de Población y Vivienda, en Solidaridad el mayor grupo de población corresponde a la división quinquenal de 25 a 29 años, en segundo lugar, de 30 a 34 años y el grupo de 36 a 39 años en tercer lugar. La población total de acuerdo con el último censo es de 333,800 personas, que representa el 18 % de la población del Estado. El promedio de hijas e hijos nacidos vivos en las mujeres de 12 años y más es de 1.8, mientras que el porcentaje de fallecidos es de 4.6. Aunado a lo anterior el municipio registró el menor porcentaje de población de 65 años y más (2.3%), en comparación con el resto del estado.

El municipio de Solidaridad es un centro de atracción de migrantes. Como factores de atracción se pueden citar la amplia oferta de empleo en el sector turístico y los servicios conexos, el crecimiento económico sostenido de los últimos 15 años y la conformación de redes sociales de los primeros migrantes que acogen a los recién llegados. De acuerdo con las estadísticas del INEGI, 2020, en el estado de Quintana Roo la población nacida en otros países es de 39,586, de los cuales 9,587 fueron registrados en el municipio de Solidaridad, número superado únicamente por el vecino norteño Benito Juárez. La causa principal de la inmigración en Solidaridad es para reunirse con la familia.

**Características socioeconómicas.** En tan solo 15 años, Playa del Carmen pasó de ser una villa de pescadores a un destino turístico de interés mundial, generadora de una derrama económica estimada en mil 700 millones de pesos, hasta el año 2010 (Gobierno del Municipio de Solidaridad, 2011). De acuerdo con los datos del censo nacional 2020 el estado de Quintana Roo registró una tasa de participación económica de la población de 12 años y más, 6.5 puntos porcentuales por encima de la media nacional. Del 98.4% de la población de 12 años y más ocupada (990,307), 59.5 % son hombres y 40.5% son mujeres, el resto de la población no ocupada son personas jubiladas, estudiantes, personas que se dedican a los quehaceres del hogar, o tienen alguna limitación física o mental que les limite trabajar (Figura 54).

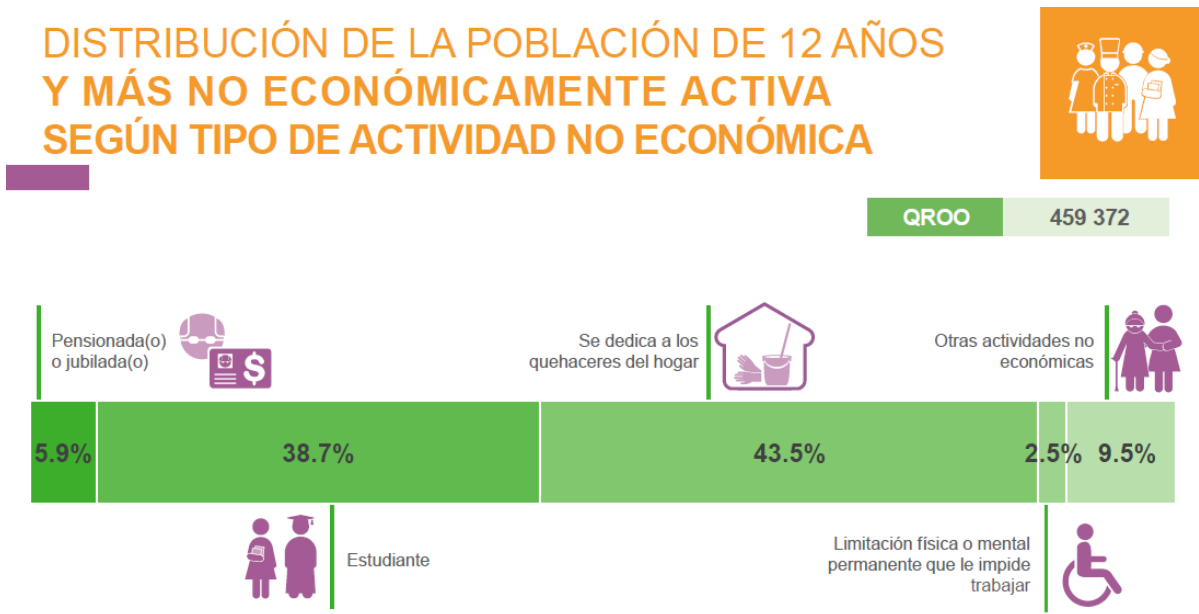


Figura 54. Distribución de la población de 12 años y más no económicamente activa según el tipo de actividad no económica.

El Municipio de Solidaridad reporta un egreso bruto de \$1,535,913,610 de pesos, canalizando \$175,396,214 a servicios generales, \$396,943,408 a obra pública.

De acuerdo con los indicadores turísticos emitidos por SEDETUR para el periodo enero-abril 2016, la Riviera Maya reportó una afluencia de 1,568,965 turistas, cifra que representó 41.52% del total de turistas registrados para Quintana Roo en ese periodo; así como una ocupación hotelera de 85.4%, con estancia promedio de 6 días –la mayor del estado- y una derrama económica de 988.45 MDD para ese periodo, con un gasto promedio por visitante por estancia de \$630 dólares.

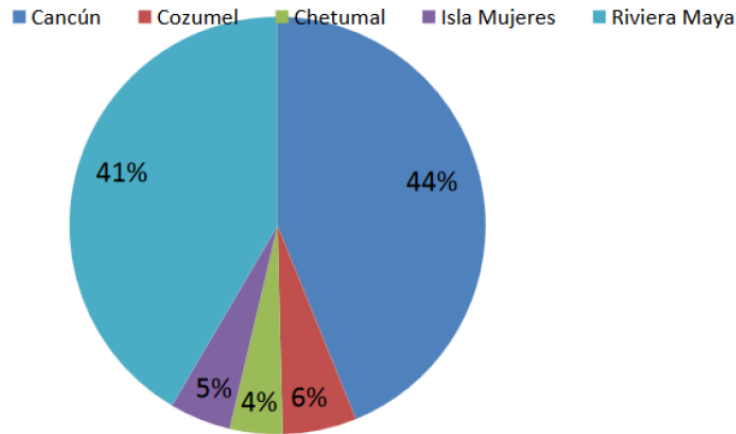


Figura 55. Afluencia de turistas para el periodo enero-abril de 2014. Fuente: SEDETUR 2016.

**Actividades Económicas.** En la proximidad del sitio del proyecto se registran al menos 24 desarrollos turísticos hoteleros (Cuadro 63), en su mayoría de la categoría 5 estrellas, que en conjunto cuentan con 8,212 cuartos hoteleros, que representan 19.55% de la oferta de cuartos hoteleros en la Riviera Maya, que de acuerdo con SEDETUR contaba al término de 2014 con 394 hoteles con 42,011 cuartos hoteleros.

Cuadro 63. Complejos turísticos ubicados a los alrededores del sitio de interés. SEDETEUR, 2014.

Nombre del complejo turístico	Número de habitaciones	Tipo
Grand Velas Riviera Maya	539 habitaciones	Cinco Diamantes AAA*
Fairmont Mayakoba	401 habitaciones	Cuatro Diamantes AAA*
Blue Diamond Riviera Maya	540 habitaciones	5 estrellas
Blue Bay Grand Esmeralda	979 habitaciones	5 estrellas
Hacienda Tres Ríos	273 habitaciones	5 estrellas
El Dorado Maroma	99 habitaciones	5 estrellas
El Dorado Royal	476 habitaciones	Cuatro Diamantes AAA*
El Dorado Casitas Royal	412 habitaciones	Cinco Diamantes AAA*
Iberostar Grand Hotel Paraíso	310 habitaciones	5 estrellas
Iberoestar Paraíso del Mar	388 habitaciones	5 estrellas
Iberostar Paraíso Beach	424 habitaciones	5 estrellas
Iberostar Paraíso Maya Hotel	432 habitaciones	5 estrellas
Iberostar Paraíso Lindo	446 habitaciones	5 estrellas
Valentín Imperial Maya	540 habitaciones	5 estrellas
Banya Tree Mayakoba	117 villas	5 estrellas

Nombre del complejo turístico	Número de habitaciones	Tipo
Rosewood Mayakoba	130 habitaciones	5 estrellas
Secrets Capri Riviera Cancun	290 habitaciones	Cuatro Diamantes AAA*
Ocean Maya Royal by H10	320 habitaciones	5 estrellas
Catalonia Playa Maroma	400 habitaciones	5 estrellas
Hotel Amarte	24 bungalows	5 estrellas
The Grand Bliss Riviera Maya	30 habitaciones	5 estrellas
Mayan Palace Riviera Maya	402 habitaciones	Cuatro Diamantes AAA*
Ocean Breeze Riviera Maya	98 habitaciones	5 estrellas
Grand Luxxe Riviera Maya	142 villas	5 estrellas

**Infraestructura social y de comunicaciones.** Solidaridad es un municipio en crecimiento constante y sostenido, por lo tanto, se requiere de una infraestructura social que pueda cubrir las necesidades de la población, lo cual constituye un gran reto. A falta de información oficial más reciente se reporta que en 2008 se contaba con la infraestructura que se muestra en los siguientes cuadros.

*Cuadro 64. Salud (Dirección de Salud del Ayuntamiento de Solidaridad).*

Clínicas particulares	Clínicas de asistencia social	Clínicas municipales
Clínica del Carmen	I.M.S.S.	Centro de Salud Colosio
Unidad Médica del Carmen UMI	UNIDAD Médica Integral (SESA)	Unidad Integral de la Mujer
Emergencia Médicas del Caribe	I.S.S.S.T.E.	Unidad de Salud Guadalupana
Clínica Santa Fe	Cruz Roja	Centro de Medicina Alternativa
Hospital Playa Med Médica Maya		Unidad de Salud de Puerto Aventuras

*Cuadro 65. Estructura Educativa (Dirección de Educación y Bibliotecas del Ayuntamiento de Solidaridad).*

Tipo	Preescolar	Primaria	Secundaria	Media Superior	Superior	Especiales
PÚBLICA	25	39	5 y 1	3	1	Centro de Atención Múltiple ICAT
PRIVADA	7	9	5	2	1	

Es importante agregar que en el municipio se cuenta con los Centros de Atención a la Mujer del Sistema Municipal para el Desarrollo Integral de la Familia, los cuales son especializados para la atención de casos de violencia familiar. El DIF tiene bajo su cargo tres centros dedicados a la atención de los Adultos Mayores, en la Colonia Gonzalo Guerrero, “La Estancia de Día para la Tercera Edad”, en la colonia Ejidal el “Club Fuente de la Sabiduría” y en la colonia 28 de julio el “Centro Especializado para Adultos Mayores”, donde se brindan diversos talleres y servicios a 130 personas, de quienes acuden el 95% son mujeres y solo un 5% son hombres.

Para la comunicación marítima existe una terminal en Playa del Carmen con un muelle para las embarcaciones de ruta a Cozumel y para el servicio de tender a los cruceros turísticos internacionales que



llegan frecuentemente. La comunicación aérea, se atiende con un aeródromo para aviones de corto alcance, que hacen el servicio entre Playa del Carmen y otros centros turísticos situados a corta distancia, sobre todo Cozumel. La Carretera Federal 307 es el principal soporte de la red regional de comunicaciones y cumple la función de conectar el norte y el sur del estado. Su función original es la de conducir flujos vehiculares en viajes interurbanos, es decir entre localidades, por lo que su operación tiene características de vía regional (flujo continuo, alta velocidad, amplitud en diseño geométrico, alta resistencia en superficie de rodamiento, etc.).

Se cuenta con una red de drenaje sanitario y una planta de tratamiento de aguas residuales la cual opera bajo la supervisión de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno del Estado de Quintana Roo. También se cuenta con un sitio para la disposición final de residuos sólidos operado por el Ayuntamiento de Solidaridad, que presta a su vez el servicio de recolección y traslado de residuos sólidos urbanos a través del Servicio de Limpia Municipal.

**Atractivos culturales y turísticos.** La diversidad cultural de Solidaridad se puede contemplar en las instalaciones del Centro Cultural de Playa del Carmen, así como en el Centro Cultural La Ceiba, lugares donde se presentan exposiciones pictóricas, esculturales y artesanales, entre otras. Se realizan talleres y cursos de literatura, pintura, música danza, teatro y muchas más, para toda la población. La Quinta Avenida es el punto de reunión más famoso de Playa del Carmen, donde abundan todo tipo de restaurantes, bares y antros de ambiente cosmopolita, así como centros comerciales con tiendas de ropa, joyerías y boutiques exclusivas.

Solidaridad, parte integrante del destino turístico conocido en el mundo como la Riviera Maya, es uno de los destinos más atractivos del Caribe mexicano, cuenta con hermosas playas de suave oleaje, como Playa Paamul y Playa Paraíso, ideales para descansar y tomar el sol, así como para la práctica de una gran variedad de deportes acuáticos como buceo, esnórquel, windsurf, kitesurf, pesca deportiva. Otro atractivo son los parques ecológicos.

#### IV.2.5 Paisaje y recreación

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dunn, 1974). De acuerdo con diversos autores, el medio se hace paisaje cuando alguien lo percibe, es decir, conceptualmente existe un paisaje sólo si existen observadores.

El paisaje, como una manifestación externa y conspicua del medio, es un indicador del estado de los ecosistemas, de la salud de la vegetación, de las comunidades animales, del uso y aprovechamiento del suelo y, por tanto, del estilo de desarrollo de la sociedad en una región. De esta forma, un mismo paisaje (agente estático del binomio) puede ser entendido y calificado de formas diferentes, en función del observador (agente dinámico del binomio) y se puede hablar del paisaje geográfico, artístico, cultural, natural, urbano, etc. Por tanto, el valor del paisaje depende del sujeto observador, es decir, de su percepción, la cual está matizada por factores sociales y personales.

Según ciertos autores (Bernáldez, 1985; Kaplan, 1987) el paisaje se aprecia por su potencial en recursos (agua, comida, etc.), pero otras características (belleza, valor simbólico, etc.), son valoradas de forma desigual según características propias de los sujetos, como son la edad, sexo, el nivel de estudios, lugar de residencia, el nivel socioeconómico e incluso aspectos relacionados con la personalidad. Así, el aprecio o preferencia por determinados paisajes frente a otros tiene como base reacciones de origen biológico,

social y personal ante el carácter figurado o simbólico de determinados elementos de la escena (Bernáldez, op. cit.; Bourassa, 1990). Sin embargo, su belleza constituye uno de los servicios ambientales más evidentes para el ser humano.

De acuerdo con la SEMARNAT y Hombre Naturaleza, A.C. (2003), el servicio ambiental que aporta la belleza escénica es fundamental para el equilibrio del ser humano. Además, se vincula con la conservación de las áreas naturales –tanto las protegidas por la ley ambiental como aquellas que no lo están-, en la medida en que puede generar un encadenamiento de actividades productivas que fomenten el desarrollo comunitario sobre bases de sustentabilidad. Desde este punto de vista, el predio propuesto para el proyecto no tiene valor escénico de importancia y por tanto no tiene valor paisajístico como componente del medio ambiente.

Desde otra perspectiva, para estimar la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento de un proyecto se puede considerar la fragilidad del paisaje evaluándola desde dos enfoques, uno es estrictamente ecológico, contemplado en las metodologías de ordenamiento territorial y de gestión que consideran a la fragilidad del paisaje con los mismos criterios utilizados para la fragilidad ecológica, denominada fragilidad ecológica del paisaje (FEcP); y el otro, de tipo más arquitectónico, que considera la fragilidad del paisaje como la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él y se denomina como fragilidad estética del paisaje (FEsP).

La fragilidad ecológica del paisaje permite una evaluación del impacto visual y se utiliza para establecer áreas donde es necesario mantener lo más posible la estética paisajística de la zona, que desde los lugares transitados conserva un aspecto lo menos perturbado posible, y al mismo tiempo conservar las áreas de mayor interés ecológico, tanto las que se deben de mantener como tales para respetar la legislación vigente, como áreas que complementen a las primeras con efectos de amortiguamiento de las actividades antrópicas.

La fragilidad estética del paisaje se orienta a medir qué tanto se pueden absorber las obras o proyectos sin alterar la calidad paisajística. Sin embargo, este enfoque encierra la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo, si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. Así, los factores que integran la fragilidad estética en los ambientes naturales son biofísicos (suelo, vegetación, cromatismo, entre otros), morfológicos (cuenca visual, altura relativa, entre otros) y la frecuentación humana. La fragilidad estética del paisaje puede entenderse como la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. En otras palabras, es el grado de deterioro de la calidad visual ante cambios en sus propiedades como forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano, *et al.*, 1991), entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual.

Entonces, a mayor fragilidad visual paisajística menor capacidad de absorción visual y viceversa. Dadas las características de ubicación del terreno que se desea desarrollar, se optó por el método de fragilidad estética del paisaje para valorar el posible efecto del desarrollo del proyecto sobre el paisaje. La fragilidad estética del paisaje en un ambiente natural, como una selva o una laguna, pondera la altura de la vegetación y su continuidad, así como la orografía como los elementos visuales a considerar; en tanto que, en un ambiente urbano, la altura de los edificios, sus formas arquitectónicas y diseños, así como su continuidad constituyen los elementos visuales de interés.

El paisaje del SA corresponde a una zona turística costera rodeada por vegetación natural, a la cual se accede por la carretera federal 307 a través de múltiples caminos en dirección oeste-este que al recorrerlos muestran la transición de vegetación de selva a manglar a duna costera y finalmente se llega a la zona de playa. Es común encontrarse durante el trayecto fauna silvestre que transita libremente por la zona, asimismo, lo común es que la vegetación de manglar muestre un estado de conservación mejor que el de la selva y la duna costera, siendo esta última la que está más afectada por los efectos de la urbanización. En cuanto a la infraestructura urbana, comúnmente está presente en los primeros 170 a 200 m desde la carretera federal en dirección este, mayormente sin afectar la vegetación de manglar y posteriormente, aproximadamente 750 m antes de llegar a la línea de costa comienzan a observarse los desarrollos turísticos.

Este patrón es el resultado del paisaje y de la normatividad ambiental que rige el aprovechamiento del territorio. La playa ofrece la más alta calidad paisajística de la zona y por ende los desarrollos turísticos se asientan próximos a esta. La normatividad ambiental privilegia la protección de la vegetación de manglar y poco se ocupa de la conservación de la vegetación de duna costera y ello deriva en la concentración de la infraestructura sobre la barra costera ubicada entre el manglar o la selva y la playa.

Si se mira la costa desde el mar desde un punto elevado (Figura 56) se aprecia que el paisaje predominante en el SA es el natural, con presencia de desarrollo turístico en la zona costera, asentado principalmente en las zonas con presencia de vegetación de duna costera y selva, prácticamente sin tocar las áreas en la que se distribuye la vegetación de manglar, las cuales solo están alteradas por caminos que la atraviesan de este a oeste y que, aparentemente, no comprometen su integralidad. El sitio del proyecto y los terrenos aledaños al norte son los que presentan más espacios verdes, en tanto que los ubicados al sur presentan menos.

Bajo esta perspectiva y estas consideraciones se concluye que el paisaje del SA no corresponde al de un sistema natural prístino o inalterado pero tampoco al de una zona urbana carente de toda presencia natural; se trata más bien de un ambiente natural con desarrollo turístico moderado, intercalado con la vegetación en un mosaico donde la dominancia la tiene el medio natural, congruente con la imagen objetivo que los instrumentos de planeación imponen a esta sección del territorio de Solidaridad.

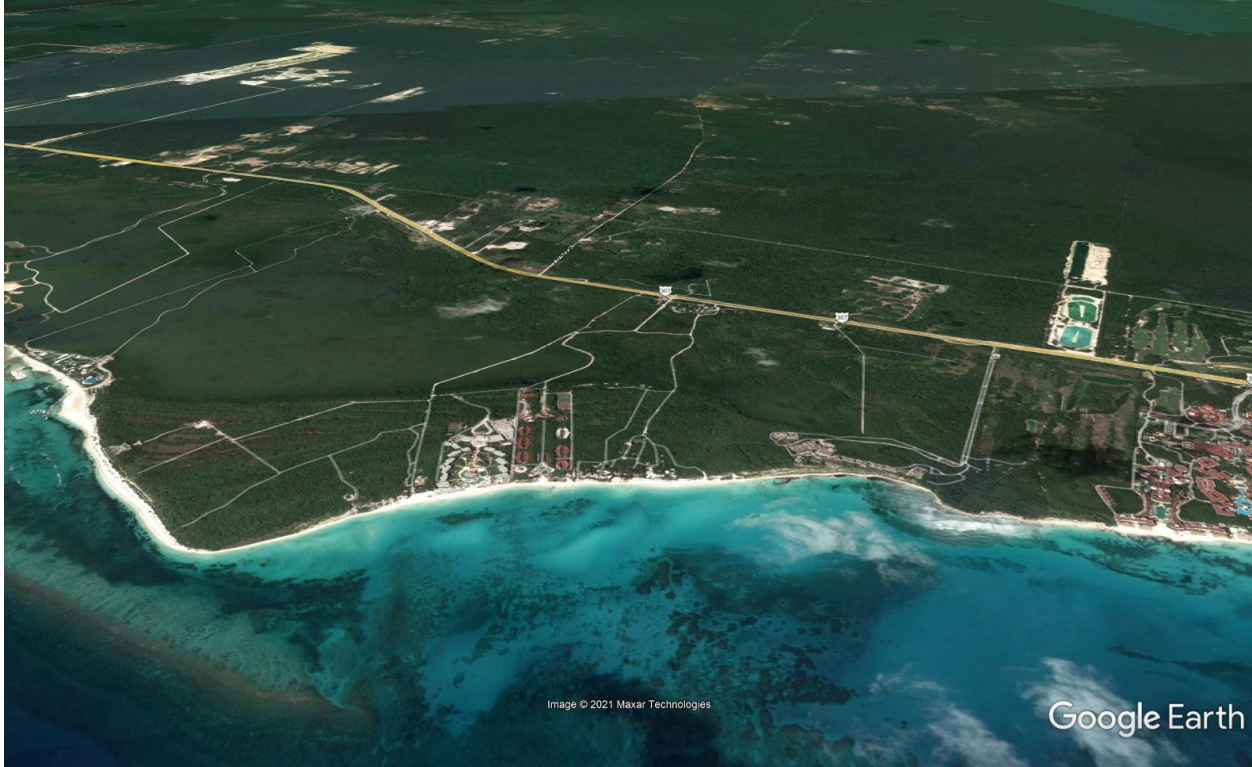


Figura 56. Vista aérea del sistema ambiental definido para el proyecto que muestra el paisaje que prevalece en el mismo visto desde el mar. Imagen: Google Earth, versión libre.

#### IV.2.6 Servicios ambientales que serán afectados por el cambio de uso de suelo

Los servicios ambientales son los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión de agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.

Para determinar cuáles serán los servicios ambientales que pudieran ser afectados con motivo del cambio de uso de suelo que se solicita para el proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, se utilizó como criterio de selección la definición contenida en la fracción LXI del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en donde se define servicios ambientales como “Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano”.

Existen un número de procesos ecológicos que ocurren de manera continua en los ecosistemas y que representan beneficios directos e indirectos para las comunidades humanas. Durante mucho tiempo, a esos servicios o funciones naturales no se les dio la debida importancia, pues se consideraron inagotables. En años recientes, ha ocurrido una revalorización de los servicios ambientales, especialmente ante la

evidencia de que dichos servicios se relacionan con la buena calidad ambiental, por lo que la degradación repercute de forma significativa en ellos.

Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la conservación de germoplasma y la biodiversidad con uso potencial para el beneficio humano, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Un análisis general de lo que estaría sucediendo con el cambio de uso de suelo forestal, es la disminución de los servicios ambientales que ofrece el ecosistema en donde se encuentra el predio y por supuesto la superficie de CUSTF.

Burstein, *et al*, 2002, define a los servicios ambientales como las funciones de los ecosistemas, es decir, todo aquel conjunto de condiciones y procesos ecológicos (incluidas las especies y los genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conjunto de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico (Torres, y Guevara, 2002.).

Los servicios ambientales que brindan los ecosistemas de acuerdo con el tipo de beneficio que se obtiene de ellos pueden clasificarse como sigue:

- **Servicios de soporte.** Aquellos servicios básicos para la existencia de los demás servicios ambientales, como la formación de suelo (su conservación y fertilidad), ciclos biogeoquímicos (nitrógeno, carbono, etc.), ciclo hidrológico (desplazamiento y distribución del agua en el espacio y el tiempo y entre sus fases líquida, gaseosa y sólida) y la producción primaria como es la fotosíntesis y de forma más general, la química síntesis.
- **Servicios de regulación.** Se refiere a aquellos servicios que permiten la continuidad de los procesos en los ecosistemas, entre ellos se encuentran la regulación del clima, el control de enfermedades, calidad del aire, control de la erosión de los suelos, captura de carbono, traslocación y sedimentación, regulación del agua y amortiguamiento de fenómenos climáticos como los huracanes. Conservación de la biodiversidad, provisión y limpieza del agua y banco genético.
- **Servicios de suministro.** Se trata de los productos obtenidos de los ecosistemas tales como alimento, agua, madera, combustible, fibras, recursos genéticos.
- **Servicios culturales.** Son aquellos beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, como es la recreación, educación, estéticos, culturales, espirituales y religiosos.

En este apartado se presenta una lista de los servicios que se han considerado los más importantes y son los que se anotan a continuación:

- 1) La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida
- 2) La provisión del agua en calidad y cantidad.
- 3) La protección y recuperación de suelos.
- 4) La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.
- 5) La generación de oxígeno.
- 6) El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.
- 7) La modulación o regulación climática.

#### 8) Paisaje y la recreación.

En el presente apartado sólo se analiza y determina la afectación puntual que se generará por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en las 0.632 hectáreas necesarias para la ejecución del proyecto (5.5% de la superficie total del sitio del proyecto), indicando el marco de referencia para aquellos servicios ambientales que puedan ser cuantificables y que brinda la superficie forestal actual del área de CUSTF y que pudiesen ponerse en riesgo con la implementación del cambio de uso de suelo.

A continuación, se describen y analizan los servicios ambientales que podrían verse disminuidos como resultado de la ejecución del proyecto y se ofrece una valoración estimada respecto del posible grado de disminución.

##### *IV.2.6.1. La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida*

Es de señalar que las comunidades naturales poseen una propiedad o atributo emergente conocido como diversidad biológica, el cual se relaciona directamente con la variedad existente dentro de esas comunidades, dicho atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitatividad, que se refiere a cómo la abundancia (el número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) se distribuye entre las especies de la comunidad biológica; por lo tanto, es específica de cada localidad. Si bien el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, al ser utilizados es fundamental considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

La biodiversidad es considerada como un servicio ambiental que proporciona muchos beneficios a la sociedad tales como la degradación de desechos orgánicos, formación de suelos, control de la erosión, infiltración de agua, fijación de nitrógeno, recursos alimenticios, mantenimiento de las cosechas, control biológico de plagas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto y fijación de bióxido de carbono entre muchas otras.

La Península de Yucatán es menos diversa que otras regiones de México, aunque presenta atributos geográficos, taxonómicos y filogenéticos que la diferencian de otras zonas del país. Por ejemplo, en el caso de la fauna presenta pocas especies endémicas, baja riqueza de especies restringidas y un mayor número de especies con intervalos de distribución amplios, por lo que la probabilidad de que se registren las mismas especies en dos sitios es elevada (Arita y Vázquez-Domínguez, 2003).

La Península de Yucatán también se caracteriza por su baja diversidad beta (tasas de recambio de especies entre un hábitat y otro o entre un estado de uso y otro), lo cual ha sido explicado como resultado de la topografía homogénea, la falta de barreras geográficas y la baja heterogeneidad de hábitats (Vázquez-Domínguez y Arita, 2010).

En este contexto, para analizar si la ejecución del cambio de uso del suelo ocasionará efectos significativos al servicio ambiental de protección a la biodiversidad de los ecosistemas, se tomó en consideración que en el área del proyecto existe un reducido número de especies con respecto al reconocido para toda la Península y el Estado, esto es reflejo de la relación especie-área; por tal motivo, la valoración de que el cambio de uso de suelo dentro del sitio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la riqueza de flora y

fauna, no solo se motiva por el bajo número de especies registradas, sino en dos hechos fundamentales, a saber:

a. En el Estado de Quintana Roo existen pocas especies endémicas; no se presentan especies restringidas; todas las especies tienen intervalos de distribución amplios; las especies registradas también están presentes en muchos otros sitios de la Península de Yucatán y del Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación e incluso en hábitats inducidos.

b. La superficie que será sometida a cambio de uso del suelo (0.632 ha), representa únicamente el 0.0000002% de las selvas altas y medianas subperennifolia primarias y secundarias del Estado (2,891,578.75 hectáreas que representan el 64.9% de la superficie estatal del estado de Quintana Roo. Fuente: IEFYS\_Quintana\_Roo\_2013) y el 0.02% de la superficie del sistema ambiental definido.

La vegetación al interior del sitio del proyecto alcanza una riqueza de 33 especies de flora. Se encuentran agrupadas en 25 familias, de las cuales la Fabáceas y la Arecaceae son las más abundantes con 3 especies identificadas en cada una. La mayoría de las especies identificadas presentan la siguiente forma de vida: arbórea con 24 especies registradas, 2 especies de forma de vida arbustiva, 3 especies herbáceas, 3 palmas y 1 epífita.

Las especies de plantas vasculares representan el 1.4% del total registrado para la Península de Yucatán con 2,300 especies de flora y el 1.8 % del Estado de Quintana Roo con 1,800 especies (Valdez-Hernández e Islebe, 2011). Con la información recopilada en la superficie aprovechar, se reporta la presencia de una especie listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la Palma Chit (*Thrinax radiata*), en la categoría Amenazada, misma que encabeza la lista de las especies que serán rescatadas y reubicadas, por lo que no se comprometerán sus poblaciones y por si fuera poco se han considerado acciones preventivas y de mitigación para reducir aún más una posible afectación. Como se puede apreciar en la siguiente imagen la especie se encuentra ampliamente distribuida en el estado de Quintana Roo (Figura 57), por lo que su presencia en el medio no será comprometida.

Las cifras anteriores muestran, junto con los mapas de distribución de los tipos de vegetación de Quintana Roo, que el cambio de uso de suelo tampoco se realizará sobre una comunidad vegetal única, en riesgo o relicto y que tampoco es vegetación poco representada en el Estado como el popal, el tatistal y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz 2011; Thomassiny y Chan, 2011). La superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para el desarrollo del proyecto corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia por lo que no corresponden a una comunidad vegetal única.

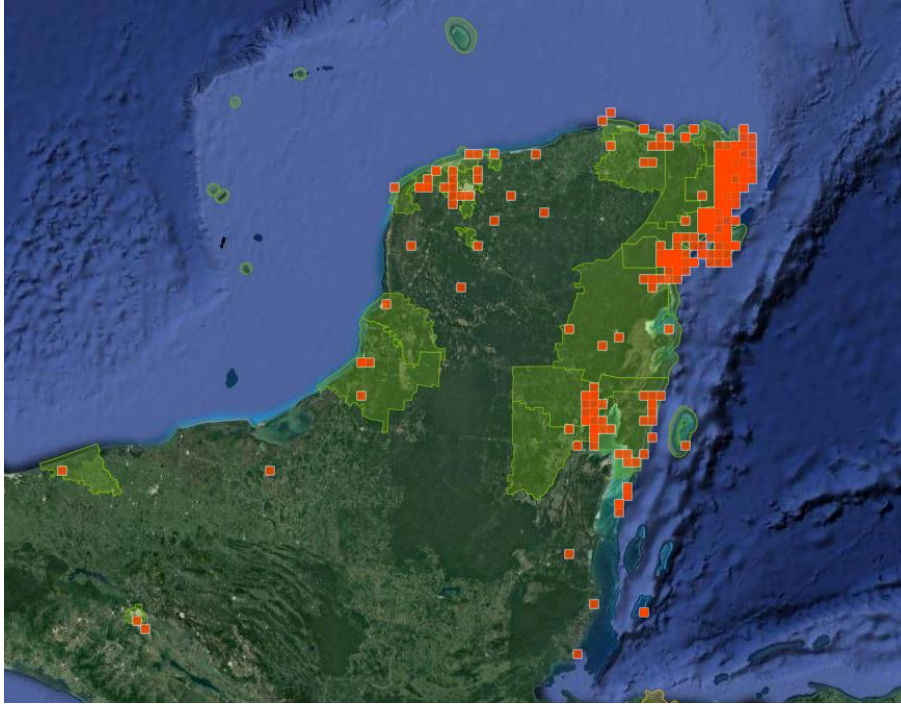


Figura 57. Distribución conocida de la especie *Thrinax radiata* incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Fuente: Fuente [www.naturalista.mx](http://www.naturalista.mx). CONABIO.

En cuanto a la fauna silvestre se tiene el registro en el sitio del proyecto de 24 especies (18 son aves, 3 mamíferos y 3 reptiles, no se registraron anfibios), mientras que en el sistema ambiental en total se registraron 51 especies de fauna (38 aves, 7 especies de mamíferos, 5 especies de reptiles y 1 anfibio). La mayoría de las especies registradas están ampliamente distribuidas y son frecuentemente reportadas para la región.

En lo que se refiere a las especies de fauna enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se encontraron 3 especies de fauna en el área de CUSTF (*Ctenosaura similis*, *Amazona albifrons* y *Eupsittula nana*), las cuales junto con las demás especies de fauna recibirán atención especial y el mayor esfuerzo de protección durante la aplicación del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto con lo que se espera evitar la captura, daño o muerte de los individuos presentes.

La especie *Ctenosaura similis* tiene amplia distribución regional como se aprecia en la Figura 58, de acuerdo con Ramírez Bautista y Arizmendi (2004) se distribuye en los Estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, hasta Panamá. En el SA y en el sitio del proyecto está bien representada, principalmente en la vegetación de selva. Al interior del hotel Maroma es común observarle en las áreas ajardinadas entre las edificaciones existentes.



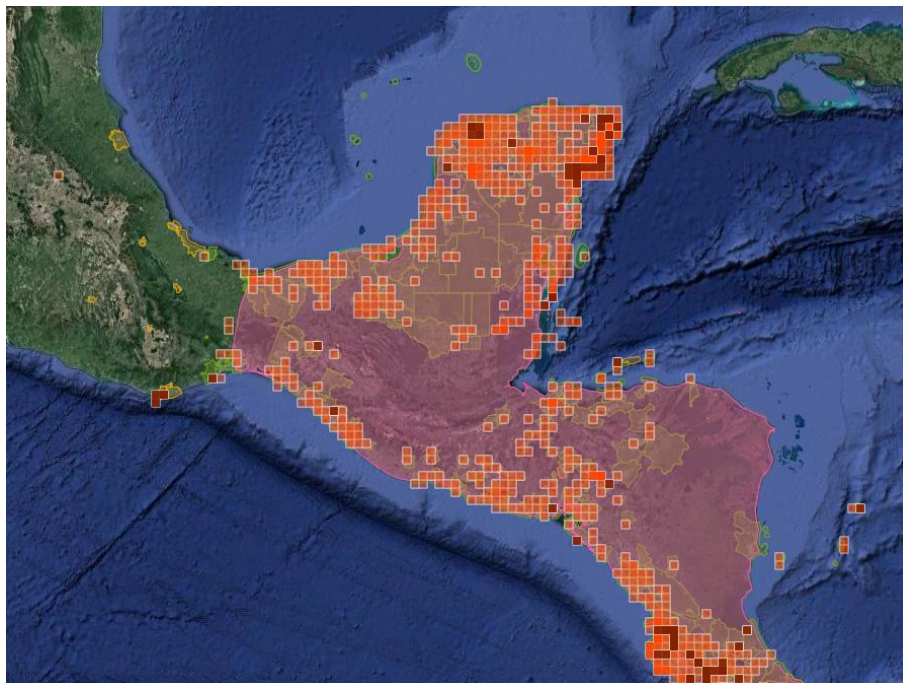


Figura 58. Distribución de *Ctenosaura similis* registrada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Fuente: Fuente [www.naturalista.mx](http://www.naturalista.mx). CONABIO.

La especie *Eupsittula nana*, está ampliamente distribuida por Centroamérica (desde México hasta Panamá) y algunas islas caribeñas. En estado silvestre la especie *Eupsittula nana* se encuentra en zonas agrícolas con manchones de selva, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y manglares (Figura 59). En el SA y en el sitio del proyecto está bien representada y es frecuente observarle en parvadas que se desplazan libremente, principalmente en las áreas cubiertas con vegetación de selva y manglar.

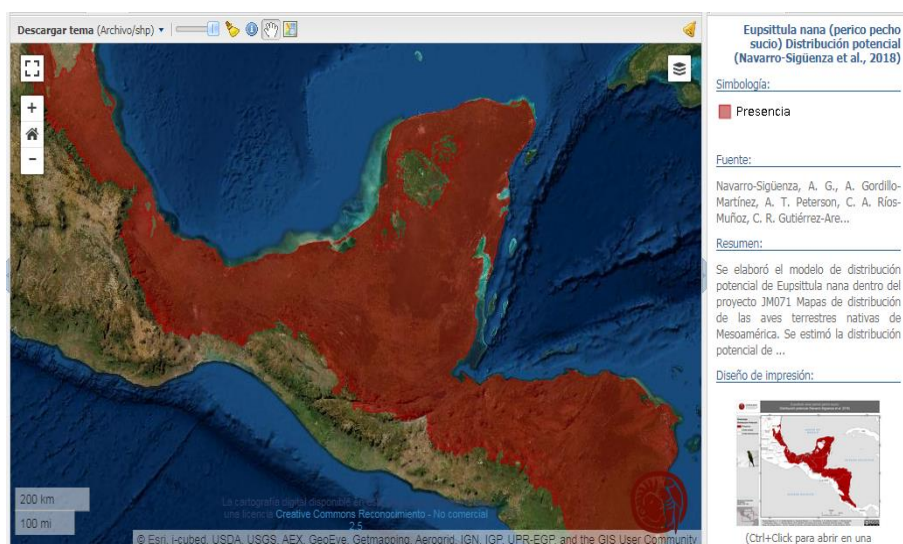


Figura 59. En rojo se resalta la superficie de distribución original registrada para la especie *Eupsittula nana* registrada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Fuente CONABIO Navarro, A. G., A. T. Peterson (2007).

La mayoría de las especies de fauna fueron registradas en ambos sitios (sistema ambiental y sitio del proyecto) y varias de las especies identificadas están adaptadas a las condiciones que se presentan en los alrededores de las áreas urbanizadas, por lo tanto, se establece la hipótesis de que el cambio de uso de suelo dentro del predio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la biodiversidad de flora y fauna dentro del sistema ambiental y la subcuenca hidrológico-forestal. El monitoreo que se ejecute durante la etapa de operación del proyecto seguramente permitirá la confirmación de esta hipótesis.

Como resultado del análisis de las características de las especies de flora y fauna silvestres y su distribución, así como de la extensión y ubicación del predio, se concluye que la ejecución del cambio de uso del suelo que se solicita no tendrá implicaciones perceptibles sobre el sistema ambiental definido para el proyecto, debido a que la biodiversidad que existe en el área de CUSTF es reflejo de la que existe en toda la región, esto es tanto para la flora como para la fauna silvestre.

Como se ha referido, el proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya ocupará una fracción de la totalidad del sitio del proyecto (6.9%) de las cuales se pretende realizar el CUSTF en 0.632 hectáreas que corresponden a terrenos aptos para el desarrollo con fines turísticos de acuerdo con los instrumentos de planeación ambiental aplicables (POELMS, principalmente), siempre que se respeten los parámetros referidos en estos, situación que se cumple como quedó demostrado en el Capítulo III de este documento.

Además, teniendo en cuenta que en el diseño del proyecto la promovente contempló mantener 72,210.96 m<sup>2</sup> de áreas verdes naturales como área de conservación (66.4% del sitio del proyecto), lo que habrá de contribuir a lograr la conservación del germoplasma propio de los ecosistemas selváticos del norte de Quintana Roo; que propuso entre otras medidas preventivas la implementación de los programas de rescate y reubicación de flora y rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre en los que se establecen lineamientos que evitarán el deterioro total de las áreas de aprovechamiento propuestas; se afirma que tras la ejecución de las obras y actividades pretendidas prevalecerán en el sitio del proyecto y el SA las condiciones para continuar con el desarrollo natural de la biodiversidad de la región.

**Con sustento en lo anterior, se afirma que el proyecto no afectará de manera dolosa o significativa a la diversidad vegetal o animal y habrá de contribuir en el desarrollo regional.**

#### *IV.2.6.2. La provisión de agua en calidad y cantidad*

La provisión de agua en calidad y cantidad es directamente proporcional a la función de los bosques y selvas tropicales como reguladores del agua y garantes de su disponibilidad y calidad. Muchos de los patrones hídricos observados en una cuenca, al igual que la cantidad y calidad del agua que de ella emana, dependen de su relieve y pendiente, así como de su tamaño, ubicación geográfica, tipo de suelo y, por supuesto, del conjunto de los ecosistemas que la conforman (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

En relación con este concepto, se considera que por el desarrollo del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya la cantidad del agua disponible no se verá afectada, pues de acuerdo con el balance hidrológico del estado de Quintana Roo existe gran disponibilidad de agua. Quintana Roo dispone en promedio de 6,187.2 hectómetros cúbicos (hm<sup>3</sup>) de agua al año. El volumen de agua concesionada en el estado es de aproximadamente 459.8 hm<sup>3</sup>, de los cuales casi el 20% se destinan

para abastecimiento público. El agua superficial para este uso es poco significativa ya que representa sólo el 0.2% de la extracción anual (el resto proviene de fuentes subterráneas) (Herrera, 2011).

La zona del proyecto se ubica en la región hidrológica Yucatán Norte y particularmente en la Cuenca Quintana Roo (32-A). Dicha cuenca ocupa el 31% del Estado, tiene una precipitación de 800 a 1500 mm, un rango de escurrimiento de 0 a 5% y en general se reconoce que el agua subterránea está sin contaminar y con buena calidad. La unidad geohidrológica está formada por material consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (lps) y es la más extensa en Quintana Roo con el 76% de la superficie Estatal (Herrera y Heredia, 2011).

La precipitación media anual en la zona del proyecto y en el Sistema Ambiental es de 1,331.20 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. La precipitación se puede incrementar por tormentas tropicales, frentes fríos o huracanes. De acuerdo con los datos, la mayor precipitación mensual ocurre generalmente en el mes de junio, la cual tiene un promedio de 556.0 mm de lluvia mensual; mientras que marzo es el mes que presenta la menor precipitación mensual promedio, con un registro de 71.0 mm. En el período 1981-2010, la precipitación máxima registrada en 24 horas ocurrió en el mes de junio de 2004 y fue de 283.0 mm.

A pesar del incremento en el consumo de agua en los últimos años, no se aprecia disminución en el nivel estático del agua subterránea y se acepta que las previsiones del incremento de la demanda futura de agua se pueden satisfacer si se mantienen las medidas de protección del acuífero (CONAGUA, 2012). Adicionalmente, la empresa Plan Costa Maya, S.A. de C.V. cuenta con autorización para la explotación de aguas subterráneas y la descarga de aguas de rechazo y aguas tratadas a pozos profundo al amparo del Título de Concesión 12QNR150242/32EMDL12; y, por diseño de proyecto, mantendrá permeable una superficie de 90,560.03 m<sup>2</sup> equivalentes a 78.8% del sitio del proyecto con lo que garantiza el retorno al medio de prácticamente la totalidad de las aguas que aprovechará.

Desde otro punto de vista, considerando las dimensiones del área de cambio de uso de suelo en el sitio del proyecto, que es de 0.632 hectáreas, respecto de las dimensiones de la cuenca Quintana Roo (1,474,565.85 ha) donde se encuentra inmerso el proyecto, la SCUSTF representa únicamente un 0.0000004% del total de la cuenca, por lo que se puede asumir que la variación en el coeficiente de escurrimiento no podrá alterar el flujo, ni la cantidad disponible de agua en la cuenca antes mencionada.

**Considerando lo anterior se concluye que las posibles afectaciones hacia este servicio ambiental (disponibilidad de agua, en cantidad) serán puntuales, no significativas y solo se limitarán a la superficie de cambio de uso de suelo propuesta.**

De acuerdo con el balance hidrológico en el estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad, más que con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa uno de los principales riesgos de contaminación, ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los

arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica.

Respecto a la calidad del agua, se reitera que la promovente en la operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, lleva a cabo los procesos de desmineralización de agua salada o salobre obtenida del subsuelo y la descarga de aguas de rechazo al lecho profundo sin entrar en contacto con el componente dulce del acuífero o el suelo, verificando que estas cumplan los estándares de calidad que establece la normatividad aplicable; y, asimismo, lleva a cabo la recolección de aguas grises y negras generadas en el hotel y las conduce a una planta de tratamiento de aguas residuales en donde les da tratamiento primario, secundario y terciario, para posteriormente utilizar el efluente en el riego de áreas verdes y verter las demasías al lecho profundo, previa confirmación de que las aguas tratadas cumplen los estándares de calidad que establece la normatividad aplicable.

Para prevenir la contaminación del suelo por lixiviados la promovente cuenta actualmente con infraestructura para el manejo de sus residuos y entre las obras proyectadas ha previsto mejorar esta infraestructura, por lo que no es de esperarse que ocurra la afectación al suelo por lixiviados durante la operación del hotel. No obstante, para prevenir o mitigar los efectos negativos que pudieran presentarse por llevar a cabo el cambio de uso de suelo, construcción y la operación del proyecto que pudieran afectar la calidad del agua, del suelo o subsuelo se han previsto medidas, mismas que se describen en el apartado VII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales.

**Considerando lo anterior se concluye que hay poca probabilidad de afectar la calidad del agua disponible en la cuenca hidrológico forestal en la que se asienta el proyecto, no obstante, se requiere el monitoreo continuo de la calidad del agua que se vierte al subsuelo como lo establece la normatividad ambiental aplicable.**

#### *IV.2.6.3. La protección y recuperación de suelos*

Una de las debilidades de los suelos que conforman la península de Yucatán, sobre todo en la parte norte, es que son de una casi inexistente capa de materia orgánica y pedregosos, por lo que la presencia de la vegetación así como las características de las mismas, que en época de lluvias cuentan con abundante follaje y que éste follaje cae al suelo (proceso de abscisión) durante los meses de sequía, el suelo se enriquece por la descomposición convirtiéndose en materia orgánica; de la misma manera, el sistema radicular vegetativo ayuda a evitar la erosión producida por el agua o el viento.

La eliminación de la vegetación es la principal causa de degradación del suelo y de la pérdida de su capacidad de tolerar la erosión. Y esto es así porque el suelo queda desnudo y sufre las consecuencias del impacto de las gotas de lluvia y del aumento de la escorrentía, produciéndose una pérdida neta de suelo y de su capacidad de mantener la vida. Cada suelo, en función de sus características, de su localización en el paisaje y del régimen climático, posee un umbral crítico de equilibrio entre la erosión que soporta y la vegetación que puede mantener. Si se sobrepasa, el sistema entra en una espiral de disminución de la cobertura vegetal y aumento de la erosión que puede conducirle a un estado irreversible de desertificación.

La erosión hídrica se divide en tres tipos: deformación de terreno, efectos fuera de sitio y pérdida de suelo superficial. Este último tiene serias consecuencias en las funciones del suelo: remueve los nutrimentos y la materia orgánica. La erosión hídrica se puede considerar una fuerza ecológica que influye sobre la

composición de la vegetación y su patrón espacial al producir el desarraigo de plantas y el arrastre de semillas y modificar las propiedades del suelo.

Con la agudización de los procesos de erosión, la cobertura vegetal y la diversidad de un sitio disminuyen. Los otros dos tipos de erosión hídrica están muy relacionados entre sí. Cuando el suelo es arrastrado por el agua debido a que no hay suficiente protección por parte de la vegetación, se llegan a formar canales y cárcavas, estas deformaciones del terreno permiten el escurrimiento de una gran cantidad de agua y el arrastre de sedimentos que pueden llegar a presas, ríos o lagunas, entre otros cuerpos de agua, contribuyendo a su contaminación, azolvamiento e incluso a que lleguen a desbordarse e inunden zonas.

La erosión eólica afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Sus causas también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad y plantas que disminuyen la tasa de infiltración y retención de agua.

En la degradación de suelos se reconocen dos procesos, el que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y la eólica; y el que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo, tal como la degradación química y la biológica (física), y sus características son las siguientes:

- **Erosión hídrica:** es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial.
- **Erosión eólica:** corresponde a la provocada por el viento.
- **Erosión química:** está muy asociada a la intensificación de la agricultura, ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes.
- **Erosión física:** se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua, esto ocurre cuando el suelo se compacta, se endurece o es recubierto.

De acuerdo con los planos elaborados por la SEMARNAT y el Colegio de posgraduados (2003), la **degradación de los suelos por causas hídricas, eólicas, químicas y físicas** para el Estado de Quintana Roo **corresponde de ligero a nula**; asimismo, se sabe que la **degradación química** en la Península de Yucatán solo está reportada en las zonas agropecuarias de la parte centro sur de los estados de Yucatán y Quintana Roo. Estas aseveraciones se sustentan en las siguientes imágenes obtenidas de la Página [semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/03\\_suelos/cap3\\_1.html](http://semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/03_suelos/cap3_1.html), elaboradas con base en la evaluación de la degradación de los suelos causados por el hombre en la república mexicana memoria nacional 2001-2002, elaborada por el Colegio de Posgraduados en 2003.

Erosión hídrica de suelos según nivel en México, 2002

Mapa 3.5

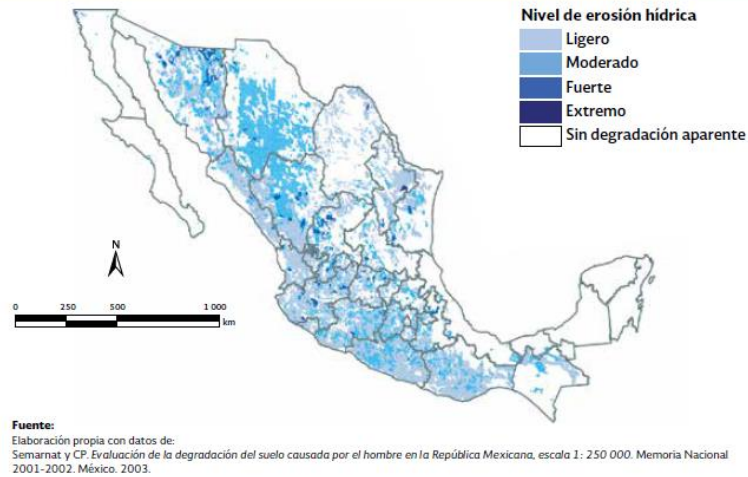


Figura 60. Niveles de erosión hídrica en la República mexicana.

Erosión eólica de suelos según nivel en México, 2002

Mapa 3.6

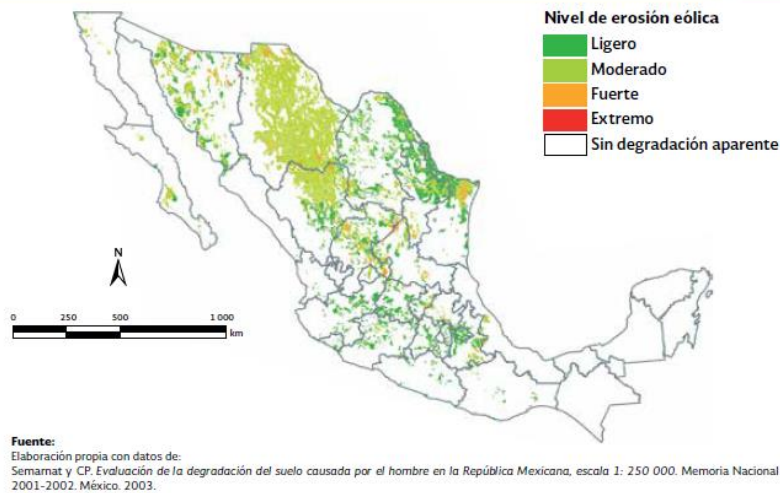


Figura 61. Niveles de erosión eólica en la República mexicana.

Degradación química de suelos según nivel en México, 2002

Mapa 3.7

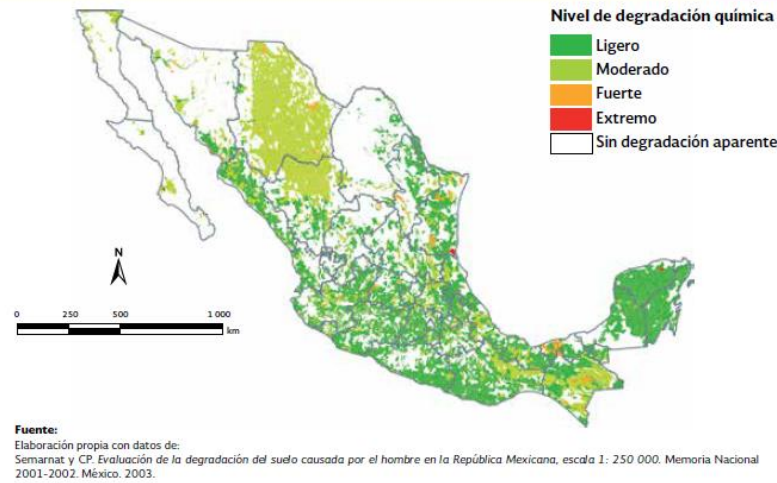


Figura 62. Niveles de degradación química en la República mexicana.

La degradación física es el proceso menos extendido en el país ya que afecta a cerca de 6% de la superficie nacional; sin embargo, tiene un alto impacto debido a que es prácticamente irreversible y conlleva a la pérdida de la función productiva de los terrenos. Los tipos de degradación física con mayor presencia en el país son la compactación y la pérdida de la función productiva con 4% y 1.3% de superficie nacional afectada respectivamente.

Degradación física de suelos según nivel en México, 2002

Mapa 3.9

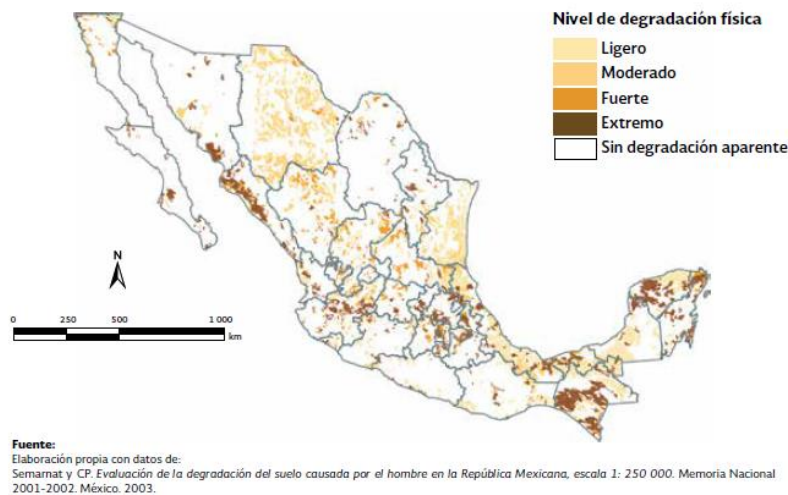


Figura 63. Niveles de degradación física en la República mexicana

No obstante, en función de los impactos que se pudieran originar derivadas de las actividades de remoción de la vegetación en el apartado VII. Medidas de prevención y mitigación de impacto sobre los recursos forestales se proponen medidas de prevención y mitigación, con la finalidad de asegurar que los suelos,

no se verán afectados significativamente, tal y como lo establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

#### *IV.2.6.4. Análisis de captura de carbono*

La captura de carbono es considerada como un servicio ambiental que se refiere a la captación y su almacenamiento a través de la vegetación, por medio del proceso biológico de la fotosíntesis y la formación de tejidos vegetales. De esta manera, los árboles absorben el CO<sub>2</sub> atmosférico junto con elementos del suelo y aire, por lo que el volumen que el árbol capture durante su ciclo de vida se verá representado en la biomasa que logre acumular, traducida ésta en la formación de madera.

En este sentido, se considera que aproximadamente del 42 al 50% de la biomasa de un árbol es carbono (materiales secos). Por lo tanto, habrá una captura neta únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muera, habrá de emitir al entorno la misma cantidad de carbono que capturó, si el mismo es quemado se enviará a la atmósfera, si cae al suelo y se desintegra se incorporará al suelo. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura.

Para el cálculo del contenido de carbono en la superficie forestal donde se efectuará el cambio de uso de suelo, se optó por utilizar el método propuesto por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (Ordoñez, 2001), el cual utiliza como base las existencias reales totales; estimación de materias primas forestales que se removerán en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, así como el factor de densidad de las especies y el factor de captura de carbono.

La mayor parte de los procesos productivos, el transporte y los sistemas domésticos dependen de la energía derivada de los combustibles fósiles. Una consecuencia del uso de los combustibles fósiles es la emisión de gases contaminantes, principalmente dióxido de carbono. La emisión global del uso de dichos combustibles se ha incrementado en 3.5 veces desde 1950, y actualmente el volumen de emisiones se ubica en alrededor de 6.2 billones de toneladas por año. En este contexto se ubica la causa principal del incremento en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, desde que ocurrió la revolución industrial.

La segunda causa del proceso de acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera es el cambio de uso del suelo. La deforestación anual se calcula en 17 millones de hectáreas, lo que significa una liberación anual de cerca de 1.8 billones de toneladas de carbono por año; es decir, cerca del 20% del total de las emisiones antropogénicas.

Por otro lado, toda la vegetación asimila CO<sub>2</sub> atmosférico, por medio del proceso fotosintético (el cual se realiza en las partes verdes de las plantas), al formar carbohidratos para vivir y crecer. Los árboles en particular asimilan y almacenan grandes cantidades de carbono durante toda su vida. Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% de flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra. Por ello, con el manejo de la vegetación natural se pueden compensar las crecientes emisiones de CO<sub>2</sub> en dos formas:

1. Al establecer nuevos reservorios de bióxido de carbono, incrementando la biomasa de material maderable tanto por medio del crecimiento de árboles como por la extracción de madera. Para lograr mayor efectividad en el proceso de almacenamiento de carbono en el largo plazo, la madera extraída debería convertirse en productos durables. Una vez que el árbol ha alcanzado su madurez, el carbono acumulado se mantendrá almacenado, pero el área muy pronto actuará como reservorio, debido a que el



proceso de respiración y oxidación en un bosque maduro generalmente alcanza un balance por el efecto fotosintético. En el largo plazo, el carbono capturado tanto en sistemas forestales como en sistemas agroforestales puede alcanzar entre 80 y 350 tC/ha.

2. Con la protección de los bosques y suelos naturales que almacenan carbono. Cuando se destruye el bosque, entre 50 y 400 tC/ha pueden ser liberadas a la atmósfera. Conservar los almacenes de carbono puede ser un camino válido para mitigar la emisión. En este contexto los procesos de almacenaje son válidos sin son de largo plazo. Mientras que la protección de las áreas forestales puede inducir la presión en otra, se requieren esquemas integrados de manejo de recursos, enriquecidos con esquemas de evaluación de proyectos para validar dicha protección.

La fijación de carbono y su almacenamiento en forma de biomasa es una labor importante del metabolismo vegetal. En México, existen estimaciones sobre el potencial de captura de carbono empleando diferentes supuestos. Por ejemplo, se ha estimado de 35 a 54 millones de toneladas de carbono por año si se mantuvieran las áreas naturales protegidas durante un período de 100 años (Bellón *et al.*, 1993). Otros han calculado la pérdida de carbono por cambio de uso del suelo en selvas bajas y medianas en 91.25 toneladas de carbono por hectárea (tC/ha) al convertirlas para la agricultura (Adger *et al.*, 1995). Incluso se ha sugerido que 6.1 millones de hectáreas de bosques y selvas tienen un potencial de capturar entre 348.3 a 714.9 millones de toneladas de carbono (Trexler y Haugen, 1995).

En Quintana Roo se ha estimado la captura de carbono para las selvas presentes en la entidad en una magnitud de 1,858,724 toneladas de CO<sub>2</sub> por año (Torres y Guevara, 2002). Considerando que el Estado tiene una superficie de 50,843 km<sup>2</sup> de los cuales 67.44% es ocupada por selvas (alta y mediana subperennifolia; mediana caducifolia y subcaducifolia; baja caducifolia y subcaducifolia y baja subperennifolia, Thomassiny y Chan, 2011), es posible que se capture aproximadamente 54.20 toneladas de CO<sub>2</sub> al año/km<sup>2</sup>.

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que, dependiendo del tipo de suelo, se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos que determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986).

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto (volumen del árbol en m<sup>3</sup>), este se realizó mediante el método IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), (Ordoñez, 2001), como se indica a continuación:

$$CCC = Vr * Fd * FCC$$

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

Vr= Volumen real en m<sup>3</sup>

Fd= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

El procedimiento general realizado para la estimación de este indicador fue el siguiente:

1. Se calculó el volumen total en metros cúbicos.
2. Se estimó la superficie total de aprovechamiento en hectáreas.
3. Se multiplicó el volumen calculado por el factor de densidad, 0.60 para latifoliadas (Ordoñez, 2001).
4. Se multiplicó el resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0.45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001).
5. Finalmente, se multiplicó el resultado de esta última estimación por la superficie total, para obtener el indicador en toneladas por hectárea.

Para el cálculo, primero se determinó el área basal de cada uno de los árboles con DAP mayor o igual a 3 cm que fueron registrados durante el inventario forestal, considerando que el área basal (AB) es la sumatoria de las áreas transversales (área del tronco a 1.30 m de altura) de todos los árboles con un diámetro mayor o igual a 3 cm existentes en una hectárea (expresado en m<sup>2</sup>/ha).

Como las fórmulas utilizadas estiman volumen de fuste total (VFT). Para obtener el Volumen Total Árbol (VTA), al VFT se multiplica por el factor de conversión de 1.401 (Martin, 1988), que permite estimar el Volumen Total del Árbol. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la estimación del área basal y del volumen de las especies que serán afectadas con el cambio de uso de suelo, por hectárea.

Cuadro 66. Área basal y volumen total árbol.

Nombre científico	Nombre común/clave	AB/ha	VTA/ha
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	0.541	2.572
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	0.452	2.695
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	0.908	6.354
<i>Calyptranthes pallens</i>	Chacni	0.038	0.153
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	12.626	89.806
<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	0.028	0.402
<i>Cupania dentata</i>	Cude	0.177	1.024
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	0.028	0.116
<i>Eugenia axilaris</i>	Eugenia	0.028	0.065
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	0.511	2.804
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	3.100	18.106
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasín	0.165	0.848
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	2.342	13.796
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	0.309	1.774
<i>Guettarda combsii</i>	Taastaab	0.456	2.943

Nombre científico	Nombre común/clave	AB/ha	VTA/ha
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	0.429	2.599
<i>Diospyros verae-crucis</i>	Uchuche	0.050	0.339
<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	0.154	0.988
<i>Hamelia patens</i>	Xkanan	0.050	0.108
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	0.104	0.539
<b>Total</b>		<b>22.498</b>	<b>148.031</b>

El valor de volumen obtenido se multiplicó por el factor densidad y el factor de carbono. Como resultado se estimó que la vegetación presente en el área del proyecto y sus alrededores tiene una fijación media anual es de 39.96 t/ha (Cuadro 67). De acuerdo con estudios realizados en Noh Bec (J. Bautista Hernández y A. Torres Pérez, 2003) una selva conservada captura 353.341 toneladas de carbono/ha, por lo que la fijación por hectárea estimada para el sitio del proyecto es menor a la registrada en la literatura.

Cuadro 67. Cálculo de captura de Carbono.

Clasificación	Volumen Total Árbol (m <sup>3</sup> /Ha)	Factor de densidad	Factor CO <sub>2</sub>	Captura de Carbono (t)
Latifoliadas	148.03	0.60	0.45	39.96

Considerando que la superficie de cambio de uso de suelo que se solicita para el proyecto es de 0.632 hectáreas se estimó que el carbono que está almacenado en la vegetación que será removida es de 23.96 toneladas de carbono. Este volumen de carbono normalmente se mantendría en la biomasa hasta su desintegración natural, pero se ha previsto la trituración del material y su incorporación al medio como abono, acelerando el proceso de reincorporación al medio.

Adicionalmente hay que tener en cuenta que la operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, hará uso de calentadores de agua que funcionan por la combustión de gas LP, generando emisiones a la atmósfera que están normadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011 y aunque no se anticipa que estos equipos puedan dar lugar a contaminación de crítica del sitio del proyecto o del sistema ambiental, se requiere el monitoreo anual de emisiones para contar con evidencia de esta situación.

En este contexto, considerando las dimensiones del proyecto propuesto y su influencia en el sistema ambiental, se considera que el impacto sobre este servicio ambiental será puntual y poco significativo, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas de forma correcta, tal y como se explica en el apartado VII de este documento.

Adicionalmente, debe tenerse presente que tras la ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya se conservarán en estado natural 74,110.96 m<sup>2</sup> de áreas naturales y 14,349.17 m<sup>2</sup> de áreas verdes ajardinadas, que contribuirán en mayor o menor medida a la captación de CO<sub>2</sub> y a la liberación de oxígeno, garantizando el mantenimiento de este servicio ambiental en el sitio del proyecto y el sistema ambiental.

#### *IV.2.6.5. Generación de oxígeno*

Este servicio ambiental está ligado con el proceso de la fotosíntesis que acontece en las plantas, sin embargo, resulta difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día. No obstante, se puede calificar de manera cualitativa considerando el grado de madurez y el tipo de vegetación de que se trate.

Contrario a lo que pudiera pensarse las plantas no son generadoras o productoras de oxígeno, ya que durante el proceso de fotosíntesis ellas absorben CO<sub>2</sub> y liberan O<sub>2</sub> y con el carbono que fijan lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias necesarias para las plantas, y de noche, no pueden “producir ni desechar” CO<sub>2</sub>, sin embargo, el proceso natural de respiración requiere de oxígeno y liberación del CO<sub>2</sub>, por lo que también son fuente de liberación de dióxido de carbono durante la noche. Por lo que, aunque parezca un poco contradictorio, se considera que un árbol maduro tiene tasa cero en la captura y liberación de CO<sub>2</sub> y su liberación de oxígeno es menor a la de un árbol joven.

Los grandes liberadores de oxígeno son los mares que aportan el 70% del oxígeno existente en el planeta, en tanto que la vegetación terrestre, principalmente árboles, liberan el 30% restante. En consecuencia, las plantas (y todos los seres vivos con respiración aerobia) también compiten con los humanos por el oxígeno existente en el planeta. Por lo que se considera que la remoción de la vegetación para este proyecto no pone en riesgo este servicio ambiental.

Por otra parte, se estima que un kilómetro cuadrado de vegetación genera mil toneladas de oxígeno al año (FAO), sin embargo, no se puede determinar con exactitud cuánto oxígeno genera una planta en particular durante la fotosíntesis, ni cuanto oxígeno necesita durante la respiración, ya que ello depende de los procesos fisiológicos de cada especie, así como la disponibilidad de los elementos necesarios para dichos procesos. En ese sentido, solo se puede hablar de una reducción en el servicio ambiental a nivel de superficie de pérdida de cobertura vegetal.

En este contexto, teniendo en cuenta que la superficie que será sometida a cambio de uso del suelo (0.632 hectáreas), representa únicamente el 0.0000002% de las selvas altas y medianas subperennifolia primarias y secundarias del Estado (2,891,578.75 hectáreas, de acuerdo con IEFYS Quintana Roo, 2013), su remoción no implica su desaparición en el sistema ambiental, ni mucho menos en el estado de Quintana Roo y tampoco implica una merma significativa en la generación de oxígeno. **Por tanto, se puede concluir categóricamente que el servicio ambiental por generación de oxígeno, no se pondrá en riesgo con el cambio de uso de suelo propuesto.**

#### *IV.2.6.6. Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales*

Durante el verano en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos relacionados con la inestabilidad atmosférica y que favorecen la presencia de bajas presiones, lo cual a su vez da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas, dependiendo de la energía acumulada, pueden evolucionar para formar un ciclón o un huracán.

Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes y la temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca desde junio a noviembre y, ocasionalmente, pueden presentarse fuera de temporada. De acuerdo con los registros, septiembre es el mes en que se manifiesta la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Así entre los meses de agosto a octubre se origina el 80%

de los huracanes de la temporada y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las más altas categorías y con efectos más destructivos (Morales, 1993).

La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten, por lo que van desde los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a esta última. En lo particular, para el estado existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Mar Caribe afecten la zona costera y de manera directa a los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Tulum, ya que estos se encuentran en su radio de acción y aun cuando la mayoría de estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje llegan a provocar intensos procesos de erosión en las costas del estado.

El caso del huracán Gilberto, que incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 de la escala de Saffir-Simpson, tuvo impactos drásticos en la región, por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que ha impactado al estado de Quintana Roo durante el siglo XX. En el 2005 se manifestó el Huracán Wilma, el cual causó grandes pérdidas materiales y afectaciones severas al medio ambiente, debido a los potentes vientos y su duración ya que se mantuvo prácticamente estacionado durante más de 72 horas. En el mes de octubre del año 2020 se presentó en las costas de Quintana Roo el huracán Delta con categoría 2 de la escala de Saffir-Simpson, impactando drásticamente en la región causando severos daños en la vegetación de la zona debido a los potentes vientos de 155 km/h y rachas de 185 km/h.

Por otra parte, algunos de estos fenómenos se presentan al finalizar la temporada de huracanes (noviembre), por lo que su trayectoria puede verse afectada por la incidencia de los “Nortes” o frentes fríos; lo que pudiera ocasionar que se desvíen hacia el sur como fue el caso del huracán Mitch (1998), que en su recorrido impactó a los países centroamericanos. En el sur de Quintana Roo se tuvo incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó.

En todo caso, se reconoce que la presencia de aguas cálidas ya sea en el Mar Caribe o el Golfo de México, es la fuente de energía de los huracanes. Por ello cuando tocan tierra su fortaleza comienza a decrecer y de ahí la importancia de que el territorio cuente con amplias zonas cubiertas de vegetación natural, la cual contribuye a la disipación o al menos a la pérdida del poder de destrucción de estos fenómenos.

Para el caso del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, por localizarse las zonas a intervenir a al menos 200 m de distancia de la costa y detrás de las actuales edificaciones del hotel, se considera que la remoción de vegetación forestal en una superficie de 0.632 hectáreas de vegetación de selva mediana subperennifolia en estado secundario es poco significativa para el amortiguamiento de los fenómenos naturales de este tipo. Además, por diseño se proyecta mantener 66.4% del sitio del proyecto en condiciones naturales contribuyendo así a mitigar los efectos de estos fenómenos meteorológicos, al menos en la zona media y posterior del sitio del proyecto, toda vez que la parte frontal del hotel se encuentra totalmente expuesta y vulnerable al impacto del viento y las marejadas (pero esta situación no es materia de evaluación en este momento).

#### *IV.2.6.7. La modulación o regulación climática*

La estimación del grado de modificación o alteración de este servicio ambiental por efecto del cambio de uso de suelo es muy compleja, puesto que los Servicios Ambientales no necesariamente tienen una

relación de uno a uno con las propiedades ecosistémicas. Muchas veces un servicio ambiental es el resultado de dos o más propiedades ecosistémicas mientras que en otros casos una propiedad ecosistémica contribuye a la formulación de dos o más servicios ambientales (Costanza, *et al.* 1997, Díaz, *et al.* 2006, 2007). A su vez, las propiedades ecosistémicas incluyen no sólo la dinámica biogeoquímica a corto plazo (relacionada con productividad, descomposición, ciclado de nutrientes, etc.), sino también el equilibrio ecosistémico a largo plazo (Leps, *et al.* 1982, Chapin, *et al.* 2000, Grime, 2001).

Los espacios que cuentan con una cobertura vegetal contribuyen de manera directa a la regulación de los factores climáticos extremos. Para la zona norte del municipio de Solidaridad, los registros refieren que se ubica dentro de una zona de clima Aw1 misma que se define como cálido subhúmedo (de tipo intermedio de los subhúmedos que se distribuyen en Quintana Roo). Dentro de este régimen y durante los meses de verano se llegan a alcanzar temperaturas extremas de hasta los 40 °C, razón por la cual las áreas naturales juegan un papel preponderante para minimizar los efectos de las altas temperaturas.

Debido a que para la ejecución del proyecto se requiere la remoción de vegetación forestal o de selva en una superficie de 0.632 hectáreas, puede decirse que el microclima de la zona cubierta por selva mediana con vegetación secundaria podría ser modificado por varios factores, como son:

Incremento en la radiación solar. En las selvas tropicales la densidad de la cubierta vegetal reduce el paso de la luz y el calor, situación que será modificada por la remoción de la vegetación forestal que se solicita. Sin embargo, estos eventos tendrán menor impacto y repercusión de lo que podría esperarse debido a que la vegetación en el sitio del proyecto corresponde a una vegetación de baja altura (de 1 a 6 m) con árboles semidispersos. Adicionalmente, se debe considerar que algunas especies registradas se ubican dentro de la categoría de especies caducifolias por lo que, durante la temporada seca, de manera natural, el dosel se encuentra realmente abierto. No obstante, de autorizarse el proyecto habrá un incremento en la radiación solar que actualmente alcanza el suelo en el sitio del proyecto. No se puede evitar. Sin embargo, es menester apuntar que las obras propuestas en el proyecto que se somete a consideración sumadas a las existentes descubrirán como mucho 21.15% de la superficie del sitio del proyecto<sup>20</sup>, ya que el resto mantendrá su cobertura vegetal natural (64.53%) o corresponderá a áreas verdes ajardinadas (12.49%), minimizando así el efecto de la radiación solar en el sitio del proyecto.

La disminución de las temperaturas máximas en verano. En los ecosistemas mejor conservados la cubierta vegetal representada por un dosel arbóreo intercepta el paso de los rayos solares, atenúa la fuerza del viento y retarda la irradiación del calor del suelo. La transpiración de las plantas también resta calor al medio. Como en el caso anterior, cabe esperar que esta situación se vea modificada por el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto. No obstante, de nueva cuenta estos eventos tendrán un bajo impacto, debido a que las obras proyectadas se desplantarán apenas por arriba del nivel de terreno natural (menos de 10 m de altura), y se conservará la vegetación arbórea perimetral lo que favorecerá la permanencia de copas de árboles ubicadas en la periferia del área a intervenir. Además, las zonas de conservación y áreas verdes ajardinadas proyectadas compensarán cualquier posible efecto del proyecto vinculado a la modulación o regulación climática y se asevera que no modificará sustancialmente las condiciones micro climáticas.

---

<sup>20</sup> En realidad, el porcentaje de superficie descubierta será menor porque las áreas aledañas a las obras existentes o proyectadas mantienen o mantendrán su cobertura vegetal y el dosel se extiende por arriba de las áreas desmontadas.

La vegetación selvática reduce la fuerza del viento, por lo tanto, disminuye la evaporación y su efecto desecador debido a los vientos. En los ambientes costeros como los que se presentan en el sitio del proyecto, los árboles enfrentan unidos las inclemencias del clima, actuando en conjunto. Los elementos para evitar la evaporación en la zona frontal del sitio del proyecto se encuentran modificados, debido al escaso grado de desarrollo de la cobertura vegetal y la presencia de las obras del hotel; sin embargo, en las áreas para las que se solicita el CUSTF la vegetación se encuentra en relativamente buen estado de conservación y mantiene su capacidad de reducir la fuerza de los vientos. En este sentido podría suponerse que la remoción de vegetación propuesta mermará esta capacidad, sin embargo, como la propuesta de intervención es en conjuntos o polígonos aislados entre sí, que mantendrán la cobertura vegetal perimetral, y es baja respecto de la superficie del sitio del proyecto que conservará su cobertura vegetal, el sitio del proyecto no perderá su capacidad de hacer frente a los vientos.

**Con base en las consideraciones anteriores, se asevera que el diseño del proyecto garantiza la conservación de la capacidad de modulación climática del sitio del proyecto.**

#### *IV.2.6.8. Paisaje y recreación*

El paisaje natural será afectado con el desarrollo del proyecto, porque las obras y actividades propuestas meterán elementos ajenos al ambiente e introducirán “ruido” en el entorno. Sin embargo, como el sitio del proyecto está en una zona turística; los materiales que se utilizarán en la construcción son acordes con el concepto de desarrollo de la infraestructura turística en la zona costera; no se rebasará la altura de la vegetación existente en el sitio del proyecto; las obras ocuparán menos de la superficie máxima de aprovechamiento permitida en los instrumentos de planeación urbana y ambiental aplicables; se respetará la vegetación de manglar existente en el sitio del proyecto; **se asevera que esta afectación no se será significativa o importante.**

#### *IV.2.7 Diagnóstico ambiental*

El estado de Quintana Roo, es uno de los destinos turísticos más importantes del país. Durante las últimas tres décadas se ha desarrollado el turismo en el Corredor Cancún-Tulum, también llamado corredor “Riviera Maya” mismo que abarca las playas comprendidas en 120 km, donde operan complejos turísticos con hoteles, restaurantes, centros comerciales, servicios de marinas, deportes acuáticos y parques temáticos, entre otros, que en conjunto han logrado posicionar el destino a nivel internacional atrayendo anualmente alrededor de 3 millones de turistas.

Uno de los impactos más importantes de la industria turística quintanarroense es en el sector ambiental, tanto por la afectación directa que causa la sustitución del ambiente natural por la infraestructura turística, como por el explosivo crecimiento poblacional que viene aparejado con el éxito de la actividad turística. Sin embargo, a la par del desarrollo en Quintana Roo se han creado y aplicado instrumentos de gestión ambiental que establecen los lineamientos para el uso sustentable del territorio y sus recursos naturales, por lo que el desarrollo costero ha sido dirigido y, hasta cierto punto, controlado.

Para definir el escenario del Sistema Ambiental (SA) donde se ejecutará el proyecto, considerando el contexto ambiental y socioeconómico del sitio del proyecto bajo un enfoque geográfico y administrativo, se partió de la clasificación del territorio definida por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, que ubica el sitio del proyecto en la Unidad de Gestión Ambiental 17. Sin embargo, como esta unidad tiene una superficie total de 2,922.96 hectáreas, se acotó el sistema ambiental

utilizando las barreras físicas que interrumpen de alguna manera la continuidad de la vegetación y el flujo de fauna silvestre de la región como son caminos de terracería existentes, el mar, los desarrollos turísticos y asentamientos humanos más conspicuos. De esta manera el SA definido tiene una extensión de 341.57 hectáreas y su expresión espacial incluye el área de influencia directa e indirecta del proyecto que corresponde al área donde se prevé la dispersión de los impactos ambientales del proyecto que se propone (Figura 64).

Derivado de lo descrito en el Capítulo II de este documento y el análisis de vinculación con los instrumentos normativos que le son aplicables al proyecto, presentados en el Capítulo III de este documento; se concluye que el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya es congruente con la legislación ambiental aplicable y se ajusta a los límites de cambio aceptable definidos por el POELMS que establece los lineamientos de uso e intensidad de uso del territorio y le asigna el uso de suelo Turístico.

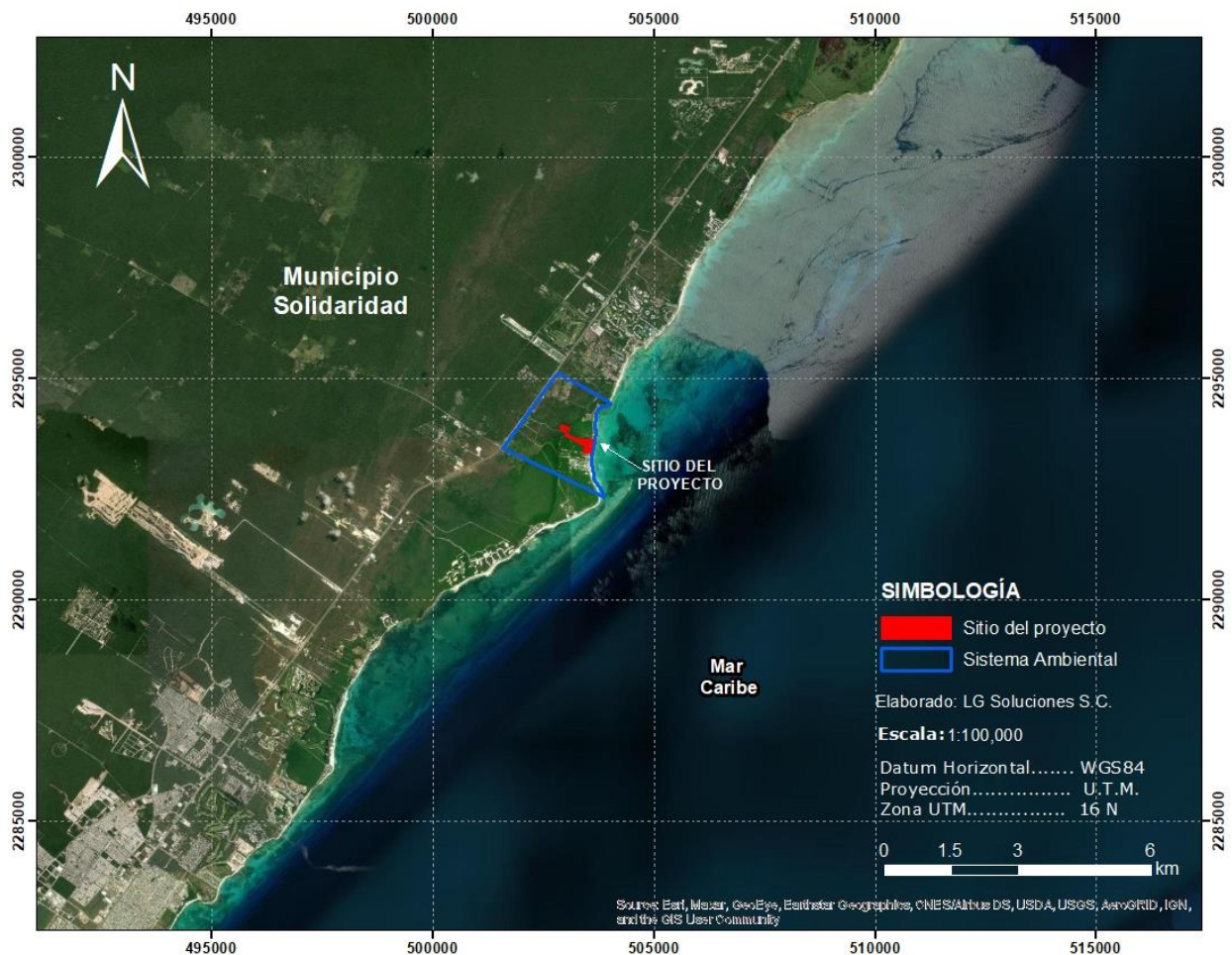


Figura 64. Localización y límites del sistema ambiental definido para el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

Las características geológicas que prevalecen en este sistema ambiental lo definen como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación. Las áreas de recarga del acuífero se ubican alejadas de la costa,



pues la sección más próxima al mar tiene bajas posibilidades de funcionar como acuífero. Debido a la composición geológica del SA, este carece de cuerpos de agua superficiales de importancia, así como de corrientes superficiales. Presenta un relieve de planicies ligeramente onduladas, cuenca endorreica en la que se desarrolla vegetación de manglar y selvas medianas subperennifolia, aprovechando que el volumen de precipitación anual permite conservar áreas inundables casi todo el año.

En el sistema ambiental definido son evidentes los procesos de urbanización para la operación de desarrollos turísticos y comerciales, pero no se registran asentamientos industriales o de equipamiento, salvo los ubicados junto al derecho de vía de la Carretera Federal 307. Derivado de los aprovechamientos, así como de las vialidades en operación que atraviesan perpendicularmente el SA para conectar los desarrollos establecidos en la costa con la carretera federal 307, hay zonas alteradas. Sin embargo, es necesario reconocer que aún existen grandes extensiones con vegetación de selva en proceso de recuperación y de vegetación de manglar que se conservan en parte por las medidas de control que emanan de la legislación ambiental y en parte por su resiliencia. Empero, el SA no forma parte de un área de importancia para la conservación de especies, ni está considerado como un sitio importante para la anidación o reproducción, aunque por supuesto existen poblaciones de fauna silvestre establecidas en el territorio definido como SA del proyecto.

La fauna en la zona es más bien escasa, tanto en riqueza de especies como en abundancia de individuos. La presencia de especies adaptadas a las condiciones urbanas y presencia humana es notoria, particularmente entre las aves. En el predio del proyecto se determinó que existe la presencia de especies de flora y fauna enlistadas en diversas categorías descritas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que para mitigar los posibles impactos ambientales derivados de la disminución de la cobertura vegetal y por la ejecución del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, habrán de aplicarse medidas preventivas y de mitigación.

El cambio de uso de suelo necesario para la construcción y operación de las infraestructuras proyectadas en el sitio del proyecto tendrá efectos puntuales y mitigables sobre servicios ambientales del Sistema Ambiental, tales como paisaje y belleza escénica, protección y recuperación de suelos, protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida, hábitat para poblaciones residentes y pasajeras, provisión de agua en cantidad y calidad, protección y formación de suelo y cambio climático. Sin embargo, el impacto será imperceptible y será soportado por los servicios ambientales prestados por el sistema ambiental o cuenca. Además, las modificaciones que acarrearán la ejecución del proyecto propuesto han sido consideradas con anterioridad en los instrumentos de planeación aplicables y toda vez que el proyecto se ajusta a los límites permitidos por éstos se refuerza que no tendrá efecto significativo sobre el ambiente. No obstante, evidentemente para prevenir y controlar los impactos que generará este proyecto por el cambio de uso de suelo en una superficie de 0.632 hectáreas, se deberán respetar los criterios ecológicos que emanan de los instrumentos regulatorios aplicables, pues solo así se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasiona la erosión de los suelos del área de estudio.

En cuanto a los servicios ambientales relacionados con la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales, generación de oxígeno, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, la modulación o regulación climática y el paisaje y la recreación, se asevera, con base en el análisis presentado en este documento, que el proyecto no tendrá efecto perceptible sobre estos, no solo porque representa 0.002% de la superficie del SA, también porque las áreas a intervenir mantendrán su

grado de aislamiento actual, rodeadas por vegetación de selva mediana subperennifolia, además de que las áreas naturales (66.4% del sitio del proyecto) se mantendrán sin intervención.

Por otra parte, también puede afirmarse que la ejecución del proyecto coadyuvará en el desarrollo económico y social del Municipio Solidaridad y contribuirá a consolidar el crecimiento turístico ordenado y sustentable en el sistema ambiental, pero siendo realistas su efecto será mínimo e imperceptible.

#### IV.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, QUE INCLUYA CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN

##### IV.3.1 Condiciones del sitio de interés

El área de interés o sitio del proyecto es propiedad de Plan Costa Maya S.A. de C.V. Se localiza en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, en la zona conocida como Punta Maroma. El acceso directo se realiza a la altura del kilómetro 51.2 de la carretera Federal 307 Chetumal - Puerto Juárez, siguiendo luego un camino de terracería hasta llegar al hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, el cual actualmente está cerrado por obras de remodelación, pero que ha operado en el sitio desde los años 90's del siglo pasado.

La condición general que guarda el sitio del proyecto hoy día, desde el punto de vista de la calidad de la vegetación presente, con base en los resultados obtenidos del inventario forestal ejecutado en el área, es buena (aceptable), aunque se encuentra en estado de recuperación ya que su vegetación ha sido afectada por actividades antropogénicas que se remontan varias décadas y eventos meteorológicos constantes, destacándose los recientes huracanes Gama y Delta en 2020 y Grace en 2021. El sitio del proyecto cuenta con 70.3% de su superficie en condiciones naturales, con presencia de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) como elemento principal y secciones cubiertas con vegetación de manglar. En la selva hay presencia de Palma Cocotera (*Cocos nucifera*), remanente de usos pasados, de cuando la costa quintanarroense fue aprovechada con fines de producción de copra para obtener aceite de coco. Además, el sitio del proyecto se encuentra fuertemente influenciado por un entorno fraccionado y por el efecto de desarrollos turísticos asentados en su cercanía.



Figura 65. Ubicación del predio y sus condiciones generales de vegetación.

#### IV.3.2 Fines a que está destinado el predio

El sitio del proyecto está destinado a la operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. La empresa Plan Costa Maya, S.A. de C.V. cuenta con todas las autorizaciones municipales, estatales y federales para este fin. En materia de impacto ambiental la empresa cuenta con exenciones de autorización en materia de impacto ambiental para las obras ejecutadas ya que estas son anteriores a la entrada en vigor de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS) asigna a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) en la que está inscrito el sitio del proyecto (UGA 17) el **uso de suelo turístico**, estableciéndole un umbral de aprovechamiento de 35% y una densidad de 10 ctos/ha (CE-19), además de otra serie de condicionantes ambientales para asegurar el aprovechamiento sustentable del territorio.

La promovente pretende el cambio de uso de suelo forestal para la construcción de infraestructura complementaria del hotel existente a fin de mejorar su operación y continuar garantizando la prestación del servicio turístico, pero sin provocar la merma ambiental del terreno en el que se asienta. Desde el punto de vista de la promovente se trata de un proyecto de naturaleza socioeconómica y autosustentable basada en principios ecológicos en donde se pueda llevar a cabo una relación armónica entre el ser humano, la naturaleza y la construcción.

La superficie que se solicita para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) es de 6,319.00 m<sup>2</sup> en ocho polígonos de diferentes superficies, todos con cobertura forestal correspondiente a vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en recuperación (VSA/SMQ). Esta superficie representa 5.5% de la superficie del sitio del proyecto.

### IV.3.3 Elementos del medio físico

#### IV.3.3.1. *Clima*

Según la carta de climas escala 1:1'000,000 (INEGI), el clima presente corresponde al mismo que se reporta para Playa del Carmen, Solidaridad, que según la carta de climas de INEGI es caliente subhúmedo con temperaturas anuales de 26.3 grados centígrados y una mínima de 14 grados en enero y una máxima de 33 grados en agosto, tipo Aw1(x').

De acuerdo con las normales climatológicas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional en la Estación Playa del Carmen 00023163 para los años 1981-2010, las temperaturas medias normales más bajas se registraron entre los meses de diciembre a febrero (<24 °C) y las más altas entre mayo y septiembre (>27 °C), siendo la temperatura media anual de 25.8 °C, registrando la media mensual más baja en enero (22.8 °C) y la más alta en agosto (28.0 °C), por lo que la oscilación térmica es de 5.2 °C. De acuerdo con la misma fuente, la temperatura máxima mensual promedio registrada para la zona fue de 33.9 °C, para el mes de agosto de 2004, en tanto que la temperatura mínima mensual promedio se registró en enero de 2001 con 13.8 °C. Los climas con este régimen pluvial presentan el mes más lluvioso en la mitad caliente del año (de abril a septiembre), mientras que la cantidad de lluvia recibida en ese mes es 10 veces menor a la del mes más seco. Con base en los registros para el lapso 1981-2010 de la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la precipitación media anual es de 1,331.20 mm/año.

#### IV.3.3.2. *Geología*

Las unidades litológicas superficiales en el estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este se van haciendo más jóvenes. En el área de estudio las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto del Terciario Superior Ts(cz), son las dominantes y casi llegan a la costa, pero entre éstas y el mar se desarrolla una franja rocosa del Plioceno Tpl(cz) que corresponde a la parte superior de la formación Carrillo Puerto, seguida de calizas coquiníferas de ambiente litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar sobre todo en la sección sur, de origen lacustre. De manera más específica y de acuerdo con la carta geológica escala 1:1,000,000 del INEGI, la cual se puede ver en la Figura 43 de este estudio en la zona del proyecto se encuentran rocas calizas del Terciario Superior Ts(cz).

#### IV.3.3.3. *Topografía*

El predio presenta una topografía plana con ligera pendiente descendente hacia la costa y presenta una altura entre 8 y 12 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) y relieve ondulado en el que se alternan pequeños lomeríos con hondonadas, el terreno se aprecia como una explanada con pequeñas depresiones y lomeríos con pendiente media menor al 3%. También, se detectaron depresiones de dimensiones no mayores a 3 metros de diámetro por lo que se considera un terreno semi-accidentado con pendiente; y al menos dos secciones del terreno son bajas -más bajas que el resto- y dan lugar a zonas inundables de entre 1.0 y 0.6 m de profundidad. La pendiente media oscila entre 0 y 3 %.

#### IV.3.3.4. Edafología

El suelo en el sitio del proyecto, de acuerdo con la cartografía de INEGI disponible, presenta suelo Zg+Gm/2/N, cuyas características principales se indican enseguida. Los Solonchak (Z) se extienden a lo largo de la costa y de sus inmediaciones, motivo por el cual destaca en la morfología de su perfil la influencia del agua (el nivel freático se encuentra a 30 cm de la superficie), y la alta salinidad es una de sus características más importantes. Estos suelos presentan baja permeabilidad, valores de conductividad eléctrica alrededor de los 20 mmhos/cm (como regla general) a 60 mmhos/cm. Son alcalinos, con valores de pH que varían entre 8 y 9, ricos en calcio y magnesio y relativamente bajos en fósforo. El subtipo gléyico corresponde a suelos profundos, con pobre desarrollo y textura arcillosa. Los Gleysol (G) son suelos formados por materiales no consolidados, principalmente de pantanos, pero sin materiales de textura gruesa y propios de depósitos aluviales; carecen de propiedades sálicas y, dentro de los 125 cm superficiales, de plintita (arcilla moteada que se endurece cuando se expone a intemperie). El subtipo mólico tiene un horizonte A (mólico) con estructura media y grado de saturación igual o superior a 50%, que subyace en uno H (hístico), de color oscuro, que puede tener 20-60 cm de espesor y un alto contenido de carbono orgánico y arcilla.



Figura 66. En las imágenes se observan las características del suelo en la superficie de CUSTF, para el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

#### IV.3.3.5. Estado de conservación del suelo

De acuerdo con el Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el estado de Quintana Roo la degradación de los suelos por causas hídricas y eólicas corresponde a cero o no existe erosión. La primera se concentra principalmente en las zonas montañosas y la segunda en las zonas secas o áridas del país. De acuerdo con el INEGI (2014), en la porción norte del estado la erosión es mínima, los tipos de erosión que se presentan son: hídrica laminar, que ocurre por la remoción gradual y uniforme de capas delgadas de suelo, generalmente paralela a la superficie; y antrópica, aquella donde el agente causal más evidente es el hombre, al modificar el paisaje natural de manera abrupta e irreversible, facilitando la acción directa de los agentes.

#### IV.3.3.6. Hidrología

El área de CUSTF forma parte de la región hidrológica RH32 Yucatán Norte y la cuenca denominada 32A Quintana Roo. En esta cuenca (32A) no presenta escurrimientos superficiales de importancia y tampoco

cuerpos de agua superficiales de interés debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno y la elevada evaporación. De acuerdo con las cartas de hidrología superficial y subterránea del INEGI; el terreno forestal se ubica dentro de una zona con material consolidado y posibilidades altas de funcionar como acuífero (hidrología subterránea); y en una zona con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%, lo cual indica que el relieve es plano (hidrología superficial).

#### IV.3.4 Descripción de los elementos biológicos

##### IV.3.4.1. Vegetación

De acuerdo con la cartografía del mapa de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI del INEGI escala 1:250,000 (Figura 67), el sitio del proyecto se ubica en área descrita como vegetación de manglar (M) y una pequeña parte del predio hacia la costa por asentamientos humanos (AH). Sin embargo, esta escala del plano del INEGI es considerada grande ya que se utiliza para caracterizaciones a nivel regional, como puede ser un Estado, un municipio, pero no siempre resulta útil cuando se trata de caracterizar un área menor. De hecho, la cobertura y distribución de la vegetación que presenta esta carta dista de la realidad. De acuerdo con los trabajos de campo y del inventario forestal realizado a una escala a nivel de predio se identificó que en la mayor parte de este predomina la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) y la vegetación de manglar se localiza más al oeste.

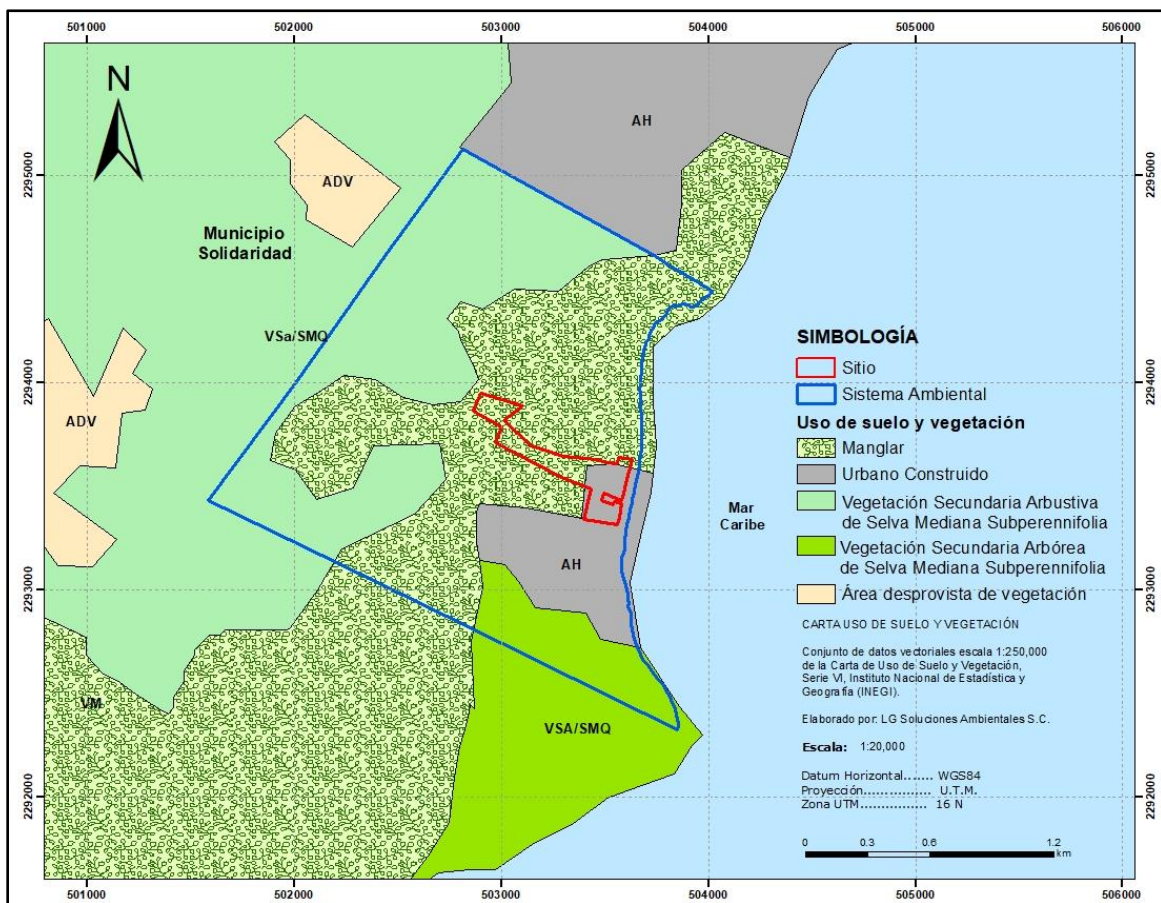
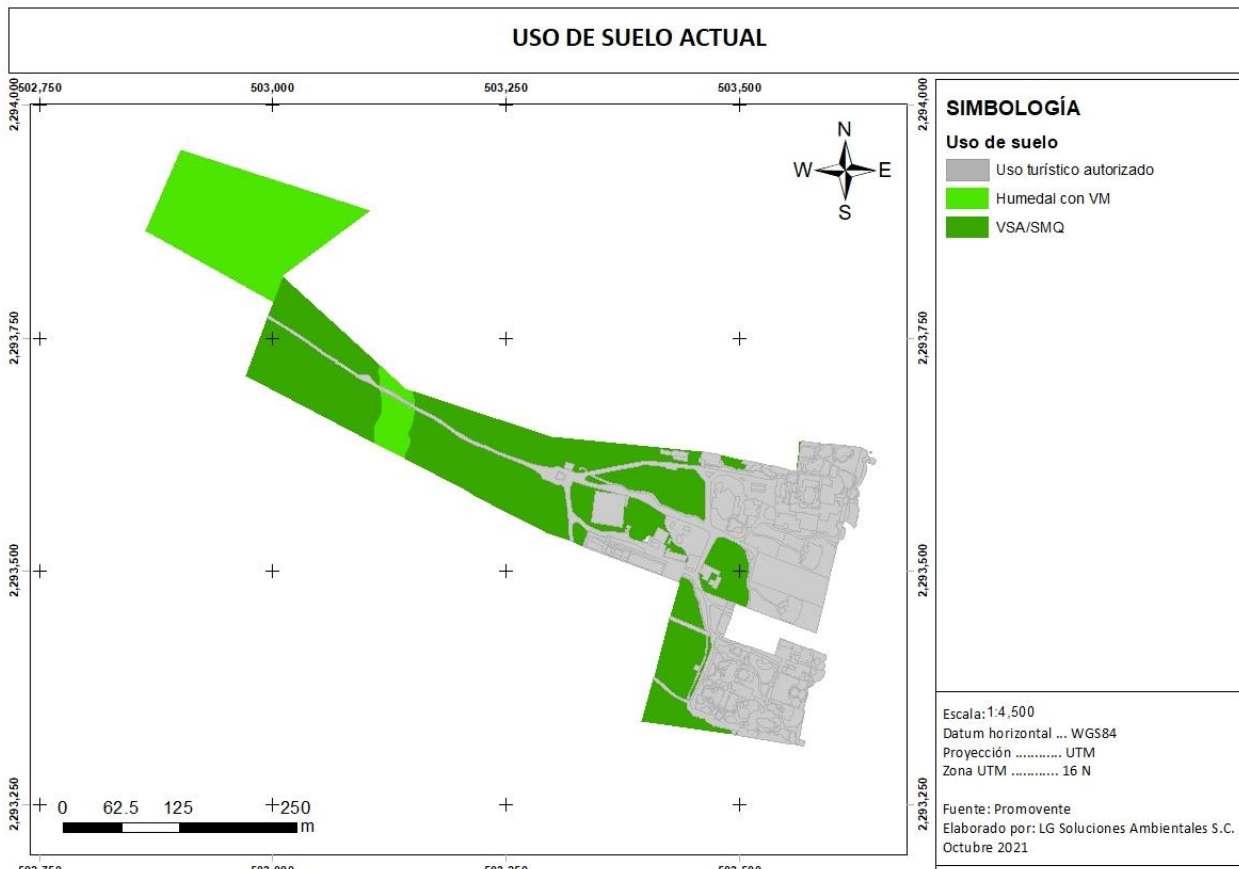


Figura 67. De acuerdo con la carta de vegetación y uso de suelo, el predio se encuentra en la categoría asignada como vegetación de manglar.

De acuerdo con criterios fisonómicos, usando como referencia el Diccionario de Datos de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2007). A partir del análisis de la vegetación presente en el sitio del proyecto se determinó que esta corresponde a **Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) y humedal con Vegetación de Manglar (VM) con ejemplares del tipo Mangle Botoncillo**. En el Cuadro 68 e imagen del plano de la vegetación actual del predio (Figura 68) se representa la distribución y la superficie que ocupan las comunidades vegetales identificadas. La vegetación secundaria arbórea de selva mediana ocupa el 50.2% de la superficie total del sitio del proyecto, mientras que la vegetación de manglar con apenas el 19.7%.

*Cuadro 68. Cobertura del suelo al interior del sitio del proyecto en metros cuadrados, hectáreas y porcentaje respecto de la superficie del sitio del proyecto.*

Distribución de la vegetación en el predio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)	57,691.93	5.769	50.2%
Vegetación de manglar (Mangle Botoncillo)	22,629.47	2.263	19.7%
Áreas con uso turístico autorizado	32,431.75	3.243	28.2%
Áreas sin vegetación aparente (playa)	2,100.00	0.210	1.8%
<b>Total</b>	<b>114,853.15</b>	<b>11.485</b>	<b>100.0%</b>



*Figura 68. Caracterización vegetal de la cobertura del suelo presente en el predio del proyecto.*

#### IV.3.4.2. Tipo de vegetación por afectar

El tipo de vegetación que se pretende afectar por la implementación del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya corresponde a **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)**. Es importante manifestar que la sección del sitio del proyecto que presenta vegetación de manglar no será afectada en modo alguno y se tomarán las previsiones para su protección quedando a salvo como un área de conservación en estado natural, manteniendo así su integridad funcional y la totalidad de sus servicios ambientales.

La VSA/SMQ presenta remanentes de palmas cocoteras derivadas de usos pretéritos, además de una condición mayormente arbórea-arbustiva, derivada del impacto recurrente de fenómenos hidrometeorológicos, sin embargo, se encuentra en recuperación logrando registrar algunos árboles que han alcanzado la madurez. Predominan especies propias del dosel arbóreo como *Metopium brownei*, *Thrinax radiata*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri*, *Ficus cotinifolia*, entre otras especies. La gran mayoría de los individuos presentan tallos delgados, siendo el diámetro promedio del estrato arbóreo 16 cm de DAP, el rango donde se concentra la mayoría de los individuos arbóreos está entre los 10 a 15 cm de diámetro y el arbustivo dentro de los 7 cm promedio, la altura promedio que presenta este tipo de vegetación en el estrato arbóreo es de 7 m y de 5 m para el estrato arbustivo.

En la Figura 69 y Cuadro 69, se presenta la distribución y superficie que ocupan los polígonos que se pretenden afectar conformados actualmente por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia cada polígono ocupa el 100% de VSA/SMQ. Aunque la superficie neta a afectar por la remoción de vegetación es de 6,318.56 m<sup>2</sup>, la superficie de cambio de uso de suelo que se solicita se redondeó, por practicidad, en 6,319.00 m<sup>2</sup> o 0.632 hectáreas.



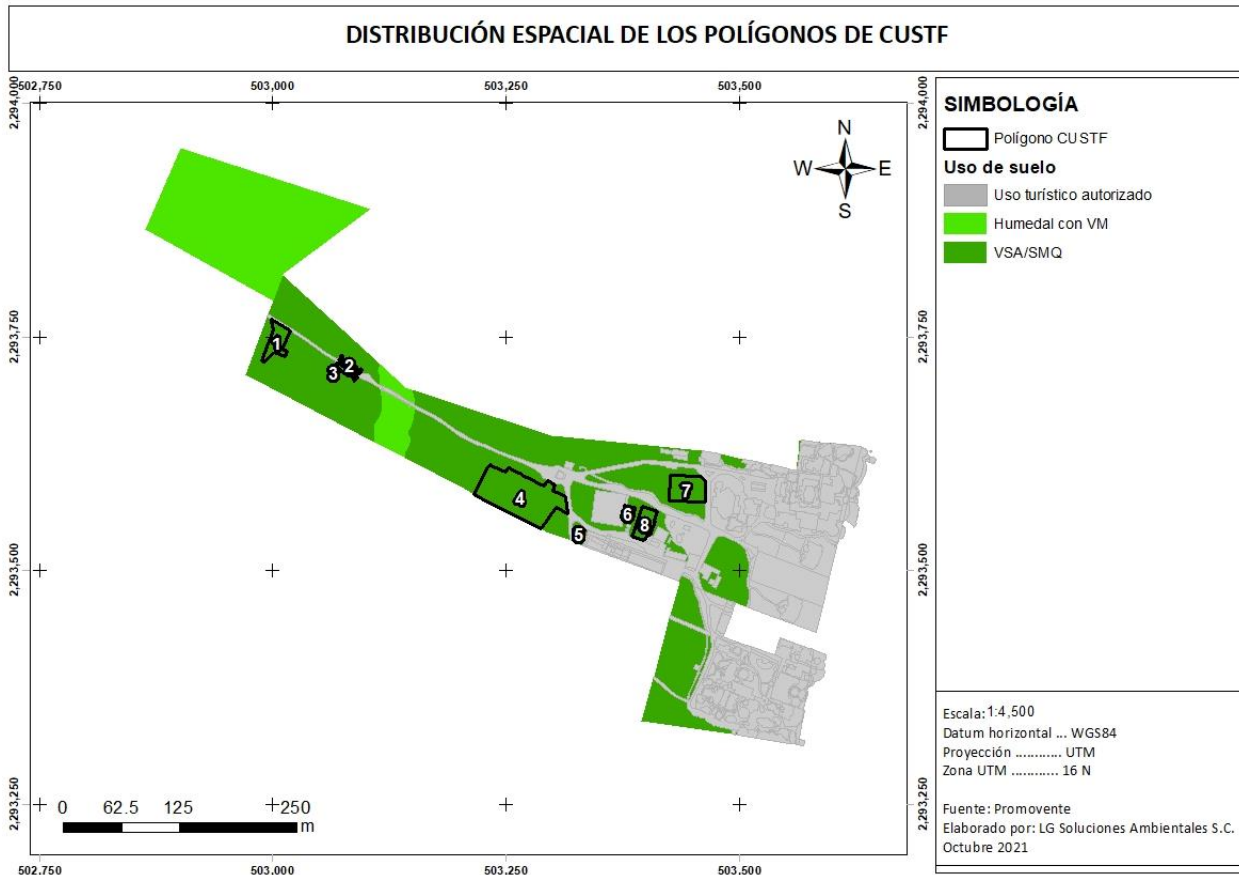


Figura 69. Distribución espacial de los polígonos de CUSTF con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia presente en el predio del proyecto.

Cuadro 69. Superficie y porcentaje de ocupación de la vegetación en la superficie de cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto.

Distribución de la vegetación	m <sup>2</sup>	ha	%
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)			
Polígono 1	642.97	0.064	10.2
Polígono 2	119.24	0.012	1.9
Polígono 3	118.28	0.012	1.9
Polígono 4	3,584.12	0.358	56.7
Polígono 5	89.55	0.009	1.4
Polígono 6	154.00	0.015	2.4
Polígono 7	1,026.26	0.103	16.2
Polígono 8	584.15	0.058	9.2
<b>Total</b>	<b>6,318.56</b>	<b>0.632</b>	<b>100.0</b>

En las siguientes imágenes, se presenta la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia que se desarrolla en la actualidad dentro del predio y el área de CUSTF.



Figura 70. En las Imágenes se observan las condiciones de la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) en el área de CUSTF.

#### IV.3.4.3. Caracterización de la vegetación

Para efectuar la caracterización de la vegetación y el inventario de los recursos florísticos del área de CUSTF, se realizó un recorrido por el sitio. El reconocimiento de la zona fue facilitado por la presencia de caminos existentes asociados al hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. Asimismo, la vegetación se caracterizó de acuerdo con criterios fisonómicos, por lo que se realizaron observaciones y toma directa de los diámetros de las especies a la altura de 1.30 m del suelo (DN), altura promedio de la vegetación y presencia-ausencia de especies caducifolias y perennifolias.

La toma de datos de campo se realizó de acuerdo con las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia se levantaron un total de 10 sitios de muestreo cuadrados de 100 m<sup>2</sup> cada uno, distribuidos al interior de los polígonos que se pretenden afectar por la implementación del proyecto. Durante el trabajo de campo, se obtuvieron fotografías de la zona, se realizaron recorridos en el área propuesta de CUSTF para reconocer el tipo y las condiciones de la vegetación presente, a partir de sus diferencias fisonómicas y para identificar evidencias de usos y perturbaciones previas en la vegetación.

El listado de las especies observadas dentro del predio y por consiguiente en el área de CUSTF se preparó de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Carnevalli, *et al.*, (2010), avalado por CONABIO y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a

cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como el listado reportado para la Península de Yucatán (Sosa, *et al.*, 1985).

#### IV.3.4.4. Forma y tamaño de las unidades de muestreo

Para estimar la diversidad en el predio se utilizaron 10 sitios de muestreo en donde se registraron individuos de cada uno de los estratos o grupos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Las unidades de muestreo consistieron en unidades cuadradas con subunidades de diferentes dimensiones, el tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad mayor de 100 m<sup>2</sup>, con subunidades de 25 y 1 m<sup>2</sup>, como se presenta esquemáticamente en la Figura 71.

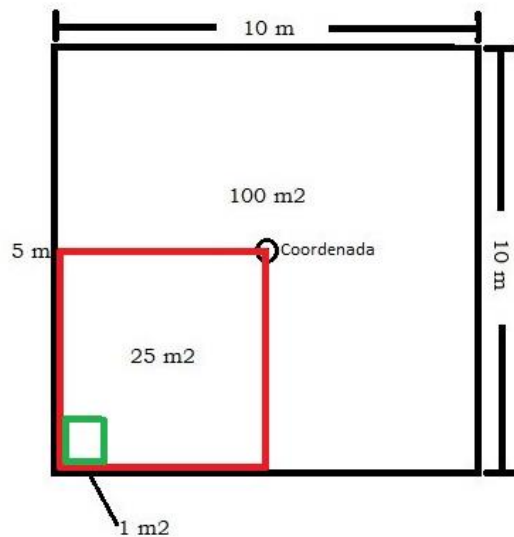


Figura 71. Esquema de las unidades cuadradas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.

El inventario forestal se realizó de la siguiente manera:

1. En el sitio de **100 m<sup>2</sup>** se registraron todos los árboles con DN  $\geq$  de 10 cm. En esta unidad de muestreo se tomaron datos del nombre común, DAP, altura total y condición del árbol; con el objetivo de definir el número de árboles y área basal por hectárea.
2. En el sitio de **25 m<sup>2</sup>** se registraron los árboles jóvenes y arbustos con DN dentro de un rango desde 3 cm hasta 9.9 cm. En esta subunidad de muestreo se registró el nombre común, la altura total y el DAP.
3. En el sitio de **1 m<sup>2</sup>** se registraron los individuos juveniles y plántulas correspondientes a la regeneración natural (herbáceas) así como los individuos de renuevo de especies con importancia ecológica, susceptibles de ser rescatados.

Con el propósito de determinar el área mínima de muestreo, a continuación, se presenta la curva especie-área que nos permite demostrar la superficie mínima de muestreo para el registro de la diversidad florística dentro del sitio.

La curva especie-área es una gráfica que permite visualizar la representatividad de un muestreo, cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, ésta indica que el número de especies se mantendrá, aunque aumente el tamaño de la muestra. En bosques templados, esta curva alcanza un curso horizontal

rápidamente; en cambio, en bosques tropicales, por su diversidad, la curva se puede mantener en constante aumento.

En la gráfica siguiente se puede ver que, con una superficie de muestreo de 700 m<sup>2</sup> (siete sitios) la gráfica tiende a la horizontal y se tiene prácticamente la posibilidad del máximo de especies presentes en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

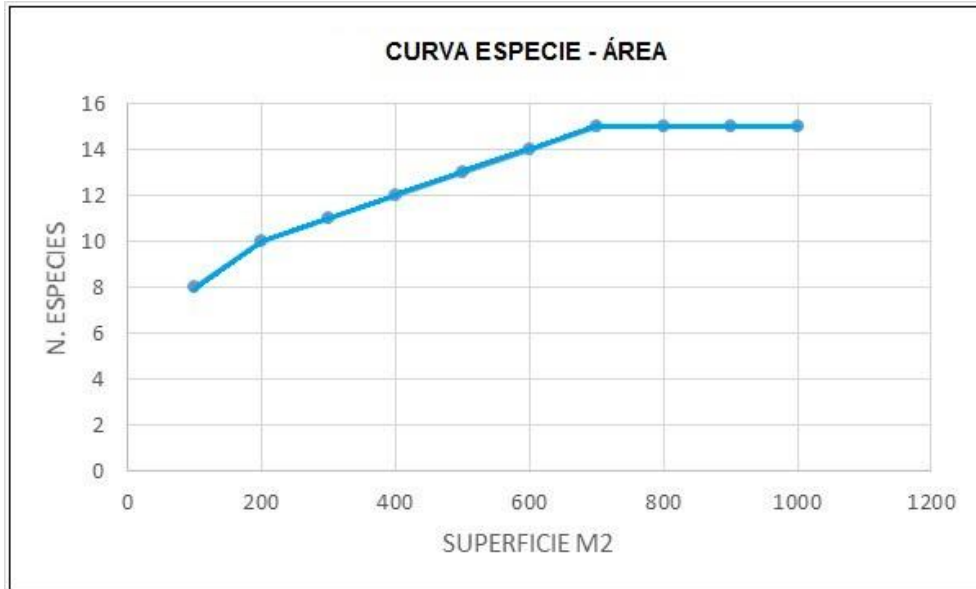


Figura 72. En la imagen se presenta la curva especie-área, que demuestra la superficie mínima de muestreo requerida para el inventario forestal de la SCUSTF que se requiere para el desarrollo el proyecto Ampliación el hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

En el Cuadro 70, se presentan las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo y en la Figura 73, se presenta su distribución esquemática.

Cuadro 70. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México.

Número Sitio	Coordenadas UTM (Datum WGS-84 16Q)	
	X	Y
1	503,010	2,293,748
2	503,002	2,293,737
3	503,242	2,293,599
4	503,268	2,293,588
5	503,287	2,293,577
6	503,383	2,293,564
7	503,405	2,293,558
8	503,400	2,293,551
9	503,432	2,293,594
10	503,445	2,293,587



Figura 73. Ubicación de los sitios de muestreo para la caracterización de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que se desarrolla en el predio del proyecto.

#### IV.3.4.5. Estratificación de la vegetación de selva en el área de CUSTF

El predio comprende un mosaico con varios patrones estructurales, causados por distintos tipos y grados de perturbación, a nivel de su estructura vertical se pueden distinguir tres estratos en la vegetación, cuyo orden de importancia por masa forestal, señala que el estrato arbóreo es el más importante y evidente, seguido del estrato arbustivo que se mezclan en algunas zonas; y por último tenemos el estrato herbáceo bien representado, debido a los espacios que existen para su crecimiento, aunque existe la competencia del espacio y la luz que ocurre en los niveles superiores del dosel.

A continuación, se describen los principales atributos de cada estrato como su composición y tamaño de los individuos que la componen y que fueron identificados en la vegetación de selva mediana subperennifolia.

**Estrato arbóreo.** Los resultados obtenidos durante el análisis de los datos tomados del inventario forestal al interior del área de CUSTF; arrojan un diámetro promedio de 16 cm para las especies que componen este estrato, siendo el diámetro mayor registrado con un individuo de 33.5 cm correspondiente a un Jabín (*Piscidia piscipula*) con 8 m de altura, en tanto que el diámetro menor fue de 10 cm correspondiendo en su mayoría a la Palma Chit (*Thrinax radiata*) entre otras.

Cabe mencionar que los individuos que integran este estrato presentan un follaje reducido por lo que el dosel generalmente no se encuentra cerrado. La altura promedio del arbolado es de 7 metros, en tanto que la altura máxima registrada en los sitios de muestreo fue de 9 metros correspondiente a la Palma Cocotera (*Cocos nucifera*); mientras que la altura menor registrada fue de 3 metros correspondiente a tres Palmas Chit y un Chechen. En este estrato se calculan aproximadamente 1,110 individuos por hectárea que representan un área basal de 25.9 m<sup>2</sup>/ha. Entre las especies con mayor importancia de este estrato destacan: el Chechen (*Metopium brownei*), la Palma Chit (*Thrinax radiata*), la Palma Cocotera (*Cocos nucifera*) y el Kaniste (*Pouteria campechiana*).

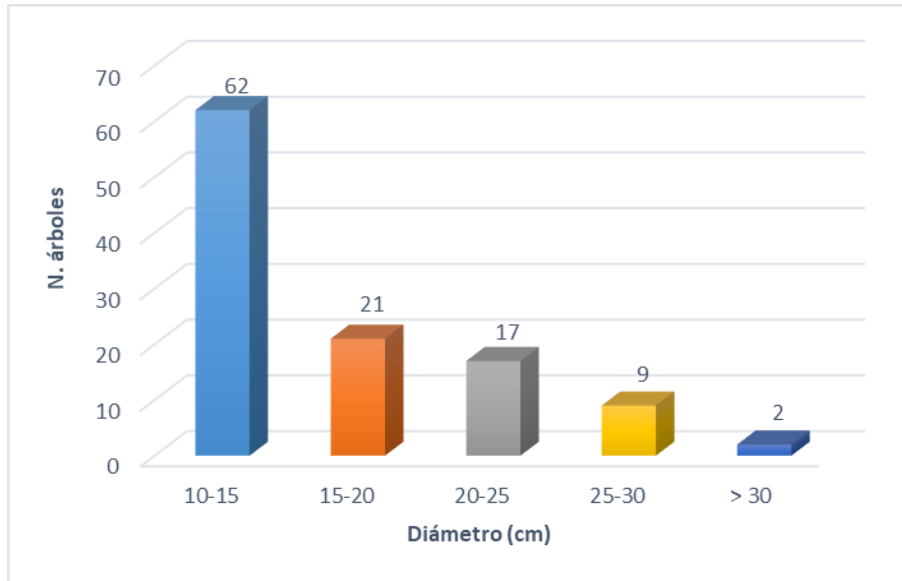


Figura 74. Número de especies arbóreas por intervalo diamétrico (cm).

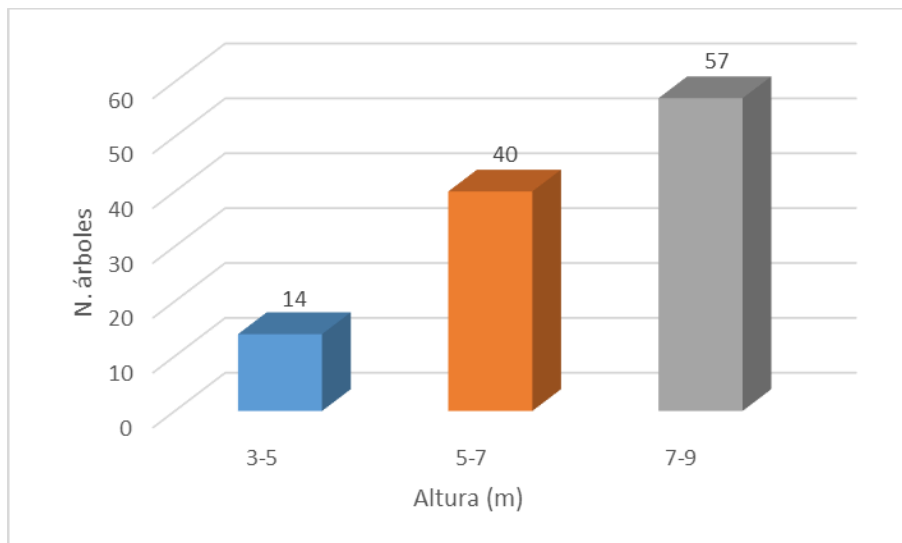


Figura 75. Número de especies arbóreas por intervalo de altura (m).

**Estrato arbustivo.** Este estrato se encuentra compuesto por individuos jóvenes de distintas especies que componen la vegetación, donde la especies presentan diámetros menores a 10 cm. Se trata de individuos

jóvenes delgados que se encuentran entremezclados con los individuos arbóreos distribuidos de manera dispersa e interactuando con el estrato arbóreo.

De acuerdo con los datos del inventario la altura promedio es de 5 metros, siendo la altura máxima registrada de 8 m correspondiente una Palma Chit (*Thrinax radiata*) de 8.5 cm de DN (o DAP) y la altura mínima de 2 m perteneciente a 7 Palmas Chit, una Eugenia (*Eugenia axilaris*) y un Xkanan (*Amelia patens*). La mayor parte de los individuos se encuentra entre la clase de 2 a 4 metros de altura, se calcula un total aproximado de 2,600 individuos por hectárea que representan un área basal de 11.5 m<sup>2</sup>/ha. Entre las especies con mayor importancia de este estrato destacan: *Thrinax radiata*, *Pouteria campechiana* y *Metopium brownei*.

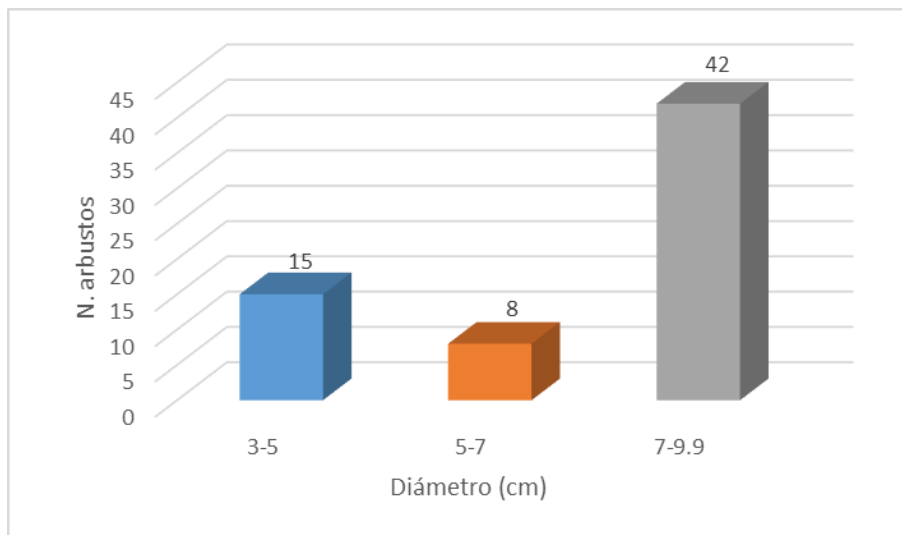


Figura 76. Número de especies arbustivas por intervalo de diámetro (cm).

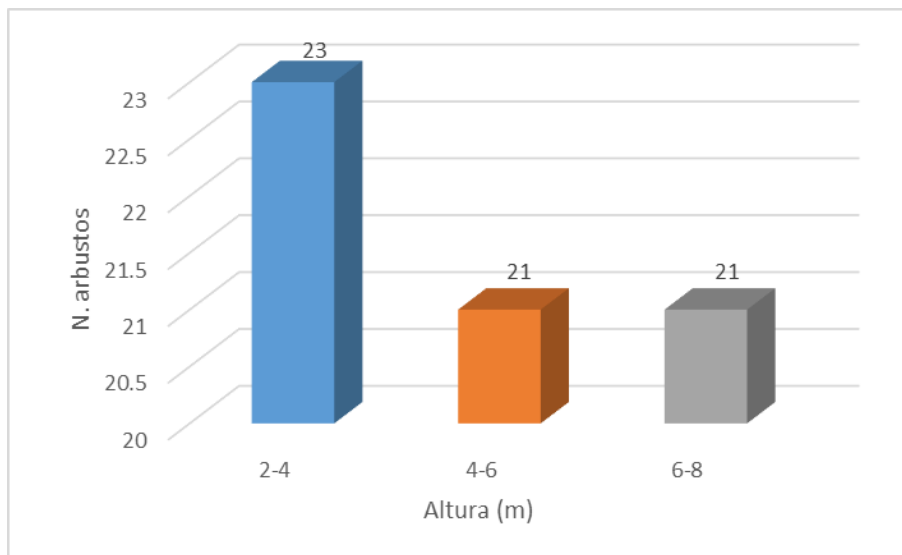


Figura 77. Número de especies arbustivas por intervalo de altura (m).

**Estrato herbáceo.** Se trata del estrato compuesto generalmente por un alto número de individuos con aproximadamente 23,000 individuos por hectárea, esto es, debido principalmente a los espacios que existen para el crecimiento de plántulas durante el proceso de regeneración natural. La altura promedio de este estrato no supera los 40 cm. Se registraron ocho especies en estado de regeneración natural, que en conjunto sumaron 23 individuos, las especies más sobresalientes de acuerdo con el VIR se encuentran: *Thrinax radiata*, *Pouteria campechiana*, *Piscidia piscipula* y *Adelia barbinervis*.

#### IV.3.4.6. Composición de especies de flora silvestre

Con el propósito de conocer el estado que guarda la cobertura vegetal y las especies que se distribuyen en el área de interés, se realizaron recorridos en el predio y por consecuente en el área de CUSTF para registrar las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas más conspicuas observadas directamente, con el fin de conformar un listado florístico de la vegetación que interactúa en el área de interés.

La lista de especies vegetales observadas y registradas dentro del sitio de interés se presenta en el Cuadro 71. Se identificaron en total 33 especies, mismas que se encuentran agrupadas en 25 familias, de las cuales la Fabaceae y la Arecaceae son las más abundantes con tres especies identificadas en cada una. La mayoría de las especies identificadas presentan la forma de vida arbórea con 24 especies registradas, los registros también incluyen dos especies de forma de vida arbustiva, tres especies herbáceas, tres palmas y una epífita. No se registró ninguna especie en peligro de extinción, solo se identificó una especie que se reporta como Amenazada de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

*Cuadro 71. Listado de especies vegetales identificadas dentro del sitio donde se pretende el proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya. En rojo se resalta la especie enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.*

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común/clave	Forma de vida
1	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Árbol
2	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	Árbol
3	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Palma
4	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Palma
5	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Guano	Palma
6	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote de playa	Árbol
7	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	X-Cinta ku'uk	Epífita
8	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	Árbol
9	Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Árbol
10	Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i>	Maguey morado	Herbácea
11	Ebenaceae	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Uchuche	Árbol
12	Euphorbiaceae	<i>Adelia barbinervis</i>	Pakalche	Arbusto
13	Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Yaaxek	Árbol
14	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasín	Árbol
15	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	Árbol
16	Flacourtiaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	Árbol
17	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnic	Árbol
18	Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>	Pukim	Arbusto
19	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Wayakte	Árbol
20	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	Árbol



No.	Familia	Nombre científico	Nombre común/clave	Forma de vida
21	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	Árbol
22	Myrtaceae	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	Árbol
23	Myrtaceae	<i>Eugenia axilaris</i>	Eugenia	Árbol
24	Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	Árbol
25	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	Árbol
26	Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	Herbácea
27	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol
28	Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintoc	Árbol
29	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	Árbol
30	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Xkanan	Herbácea
31	Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Cude	Árbol
32	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Árbol
33	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	Árbol

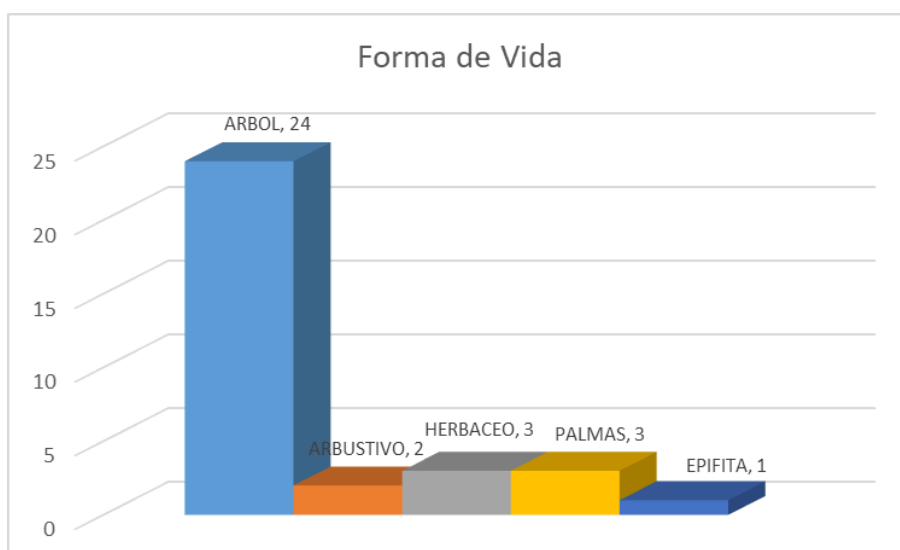


Figura 78. Representación de la riqueza por forma de vida de la vegetación presente en el sitio inventariado.

#### IV.3.4.7. Especies protegidas

Entre las categorías de riesgo que tiene establecida la 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 o cambio de lista de especies en riesgo publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, para las especies de flora que habitan el territorio nacional (SEMARNAT, 2010), considerando además la última modificación en su Anexo Normativo III realizada el 14 de noviembre de 2019, en este predio solo se identificaron especies de plantas que corresponden a la categoría de Amenazada.

Amenazada (A). Aquella especie, o poblaciones de esta, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de

sus poblaciones. Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

De acuerdo con la información recopilada en campo, en el sitio del proyecto se registraron tres especies incluidas en la Norma, todas en la categoría Amenazada, a saber, la Palma Chit (*Thrinax radiata*), el Mangle Botoncillo (*Conocarpus erectus*) y el Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*). Sin embargo, particularmente **en la superficie de CUSTF que se solicita, se registró una sola especie, la Palma Chit (*Thrinax radiata*)**.

#### IV.3.5 Análisis de diversidad de la vegetación

En este apartado se presentan los resultados del análisis de diversidad de la vegetación.

##### IV.3.5.1. Diversidad de individuos por hectárea

Se estima que existen en promedio 3,710 individuos por hectárea de las especies arbóreas y arbustivas registradas contabilizando todos los individuos a partir de 3.0 cm de diámetro. Se observa una alta variabilidad a nivel de unidad de muestreo en cuanto al número de individuos. El estrato arbóreo ( $\geq 10$  cm de diámetro) aporta el 30% respecto al total estimado para toda el área destinada al CUSTF con 1,110 individuos por hectárea. En tanto que el grupo conformado por arbustos de 3 a 9.9 cm de DAP aporta el 70 % respecto del total con 2,600 individuos por hectárea (Cuadro 72).

*Cuadro 72. Número de individuos por especie por hectárea del estrato arbustivo (3 a 9.9 cm de diámetro), y arbóreo con diámetros  $\geq 10$  cm.*

Nombre científico	D/ha/grupo		Total ha
	3-9.9	$\geq 10$	
<i>Bursera simaruba</i>		20	20
<i>Cocos nucifera</i>		90	90
<i>Calyptrothrix pallens</i>	40		40
<i>Cascabela gaumeri</i>		20	20
<i>Casearia corymbosa</i>	40		40
<i>Cecropia peltata</i>		10	10
<i>Coccoloba diversifolia</i>	40	20	60
<i>Cupania dentata</i>		10	10
<i>Diospyros verae-crucis</i>	40		40
<i>Drypetes lateriflora</i>	40		40
<i>Eugenia axilaris</i>	40		40
<i>Ficus cotinifolia</i>		10	10
<i>Guettarda combsii</i>	40	10	50
<i>Hamelia patens</i>	40		40
<i>Krugiodendron ferreum</i>	40		40
<i>Lonchocarpus rugosus</i>		20	20
<i>Metopium brownei</i>	200	480	680
<i>Neea psychotrioides</i>	40	20	60
<i>Piscidia piscipula</i>	40	60	100
<i>Pouteria campechiana</i>	320	130	450
<i>Thrinax radiata</i>	1,640	200	1,840

Nombre científico	D/ha/grupo		Total
	3-9.9	≥ 10	ha
<i>Vitex gaumeri</i>		10	10
<b>Total</b>	<b>2,600</b>	<b>1,110</b>	<b>3,710</b>

#### IV.3.5.2. Estimación del área basal

El área basal es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol. El área basal (AB) se calcula mediante el diámetro medidos a 1.30 metros del suelo o también llamada a la altura del pecho, conforme al desglose de la siguiente fórmula:

$$\text{Área basal} = \frac{\pi * d^2}{4} = 0.7854 * d^2$$

También expresada de la siguiente manera:

$$ABm^2 = 0.7854 * DN^2$$

Dónde:

AB = Área basal (m<sup>2</sup>).

DN = Diámetro normal (m).

$\frac{1}{4}\pi$  = Un cuarto de Pi = (3.1416) /4 = 0.7854

Cuadro 73. Área basal (m<sup>2</sup>/ha) por hectárea por especie y según el estrato. Arbustivo: 3 a 9.9 cm de diámetro, y arbóreo con diámetros ≥ 10 cm.

Nombre científico	AB/ha/grupo		Total
	3-9.9	≥ 10	ha
<i>Bursera simaruba</i>		0.908	0.908
<i>Cocos nucifera</i>		4.414	4.414
<i>Calypttranthes pallens</i>	0.038		0.038
<i>Cascabela gaumeri</i>		0.541	0.541
<i>Casearia corymbosa</i>	0.154		0.154
<i>Cecropia peltata</i>		0.511	0.511
<i>Coccoloba diversifolia</i>	0.028	0.281	0.309
<i>Cupania dentata</i>		0.177	0.177
<i>Diospyros verae-crucis</i>	0.050		0.050
<i>Drypetes lateriflora</i>	0.028		0.028
<i>Eugenia axilaris</i>	0.028		0.028
<i>Ficus cotinifolia</i>		0.452	0.452
<i>Guettarda combsii</i>	0.254	0.201	0.456
<i>Hamelia patens</i>	0.050		0.050
<i>Krugiodendron ferreum</i>	0.064		0.064
<i>Lonchocarpus rugosus</i>		0.165	0.165
<i>Metopium brownei</i>	1.167	11.459	12.626
<i>Neea psychotrioides</i>	0.050	0.379	0.429

Nombre científico	AB/ha/grupo		Total ha
	3-9.9	≥ 10	
<i>Piscidia piscipula</i>	0.064	3.037	3.100
<i>Pouteria campechiana</i>	0.730	1.612	2.342
<i>Thrinax radiata</i>	8.752	1.611	10.364
<i>Vitex gaumeri</i>		0.104	0.104
<b>Total</b>	<b>11.460</b>	<b>25.851</b>	<b>37.311</b>

Al graficar la distribución del área basal de acuerdo con los diferentes grupos diamétricos identificados para el presente estudio, se observa que la mayoría del área basal por hectárea se concentra sobre individuos jóvenes en los rangos de 3 a 9 y de 10 a 15 centímetros de diámetro. Esto indica que se trata de una comunidad compuesta por individuos con tallos delgados, lo que corrobora que la vegetación presente en el predio corresponde a una selva mediana subperennifolia en recuperación. Véase Figura 79.

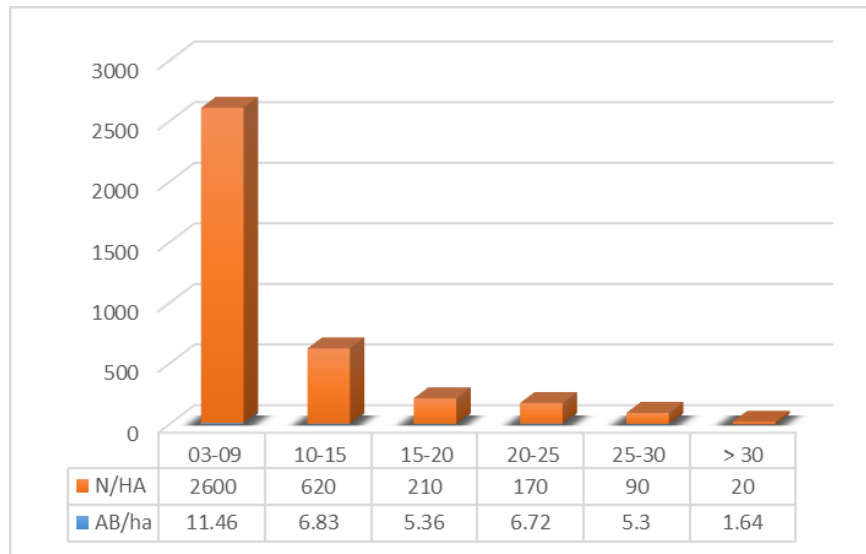


Figura 79. Distribución del área basal por hectárea de acuerdo con los diferentes grupos diamétricos.

En esta comunidad vegetal predominan los árboles de talla chica y mediana, con una altura promedio de 4.5 m. La vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia se desarrolla en gran parte de la superficie total del predio. Esta comunidad vegetal presenta un dosel en formación a una altura de aproximadamente 4.5 m, con algunos árboles sobresalientes de hasta 9 m de altura total. Por debajo del dosel se presenta un estrato arbustivo con una altura media de aproximadamente 5 m formado principalmente por las mismas especies dominantes del dosel y el estrato herbáceo presenta una altura promedio de 0.4 m y representa el potencial de regeneración de los estratos superiores. Entre los árboles de rápido crecimiento que forman la vegetación arbórea destacan por su abundancia el Chechen (*Metopium brownei*), la Palma Chit (*Thrinax radiata*), la Palma Cocotera (*Cocos nucifera*) y el Kaniste (*Pouteria campechiana*).

Cuadro 74. Concentrado estadístico del muestreo de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia presente en el área de aprovechar.

Valores promedio	Estratos		
	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo
Individuos/ha	23,000	2,600	1,110
Individuos/muestreo	23	65	111
Especies/muestreo	8	14	15
Altura máxima (m)	1	8	9
Altura promedio (m)	0.4	5	7
DAP promedio (cm)	-	7	16
DAP máximo (cm)	-	9.5	33.5
AB m2/ha	-	11.5	25.9

#### IV.3.5.3. Valores obtenidos de Importancia Ecológica Relativa (VIR)

Con los datos de los individuos vivos que se registraron durante el muestreo, se realizó un análisis en gabinete para describir la estructura y composición de la vegetación, utilizando el Valor de Importancia Relativa (VIR) y la distribución del área basal como indicadores de las condiciones de la vegetación. Para lo anterior, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Número de individuos de la especie } x}{\text{Total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la especie } x}{\text{Total de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Área basal de la especie } x}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

En el caso de no contar con área basal, sólo se consideran densidad y frecuencia.

Por último, se estimó el valor de importancia relativa de cada especie ( $VIR = DR + FR + DMR$ ).

La información del valor de importancia relativa generado a partir de los muestreos para los diversos estratos de la comunidad se presenta en los siguientes tres cuadros.

En el grupo diamétrico menor a 3 cm de DAP, se registran los individuos que conforman el grupo herbáceo y con potencial de regeneración. La Palma Chit, el Kaniste y el Jabín se encuentran entre las especies más importantes de acuerdo con el valor de importancia relativa (VIR), juntos suman poco más del 50% del Valor de Importancia Relativa. En total se registraron ocho especies para un total de 23 individuo.

Cuadro 75. Valor de Importancia Relativa (VIR) del estrato herbáceo (diámetro menor de 3 cm).

No.	Nombre científico	Nombre común/clave	D	Dr	F	Fr	Vir
1	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	6	26.087	5	33.333	<b>59.420</b>
2	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	6	26.087	3	20.000	<b>46.087</b>
3	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	3	13.043	2	13.333	<b>26.377</b>

No.	Nombre científico	Nombre común/clave	D	Dr	F	Fr	Vir
4	<i>Adelia barbinervis</i>	Pakalche	3	13.043	1	6.667	19.710
5	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	2	8.696	1	6.667	15.362
6	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	1	4.348	1	6.667	11.014
7	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	1	4.348	1	6.667	11.014
8	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	1	4.348	1	6.667	11.014
<b>Total</b>			<b>23</b>	<b>100.00</b>	<b>15</b>	<b>100.00</b>	<b>200.00</b>

En la categoría diamétrica de 3 a 9.9 cm de DAP, en total, en las 10 unidades de muestreo se registraron 14 especies arbustivas para un total de 65 individuos. Entre las especies con mayor importancia de este estrato destacan, *Thrinax radiata*, *Pouteria campechiana* y *Metopium brownei*. En este grupo, en su mayoría corresponden a individuos juveniles de los árboles dominantes. Las especies con los valores de importancia más altos se distinguen por su tolerancia a las alteraciones ecológicas.

Cuadro 76. Valor de Importancia Relativa (VIR) del estrato arbustivo (diámetro desde 3 cm y hasta 9.9 cm).

No.	Nombre científico	Nombre común/clave	D	Dr	Fr	Domr	Vir
1	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	41	63.077	32	76.508	<b>171.585</b>
2	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	8	12.308	16	6.385	<b>34.692</b>
3	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	5	7.692	8	10.202	<b>25.894</b>
4	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1	1.538	4	2.224	7.763
5	<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	1	1.538	4	1.346	6.884
6	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintoc	1	1.538	4	0.556	6.095
7	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	1	1.538	4	0.556	6.095
8	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	1	1.538	4	0.439	5.978
9	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Uchuche	1	1.538	4	0.439	5.978
10	<i>Hamelia patens</i>	Xkanan	1	1.538	4	0.439	5.978
11	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	1	1.538	4	0.336	5.875
12	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	1	1.538	4	0.247	5.786
13	<i>Eugenia axilaris</i>	Eugenia	1	1.538	4	0.247	5.786
14	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	1	1.538	4	0.247	5.786
<b>Total</b>			<b>65</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

En el Cuadro 77, se presenta el valor de importancia relativa que corresponde a individuos que presentaron diámetros  $\geq 10$  cm, en las 10 unidades de muestreo de 100 m<sup>2</sup>. De acuerdo con la información que se recolectó, las especies más destacadas en el estrato son *Metopium brownei*, *Thrinax radiata*, *Cocos nucifera* y *Pouteria campechiana*. Al igual que en el caso anterior la mayoría de las especies pertenecientes a este estrato de la vegetación se distinguen por su alta tolerancia a las alteraciones antropogénicas. En total se registraron 15 especies arbóreas.

Cuadro 77. Valor de Importancia Relativa (VIR) del estrato arbóreo (diámetro  $\geq 10$  cm).

No.	Nombre científico	Nombre común/clave	D	Dr	Fr	Domr	Vir
1	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	48	43.243	21.429	44.330	<b>109.002</b>
2	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	20	18.018	16.667	6.234	<b>40.918</b>
3	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	9	8.108	11.905	17.074	<b>37.087</b>
4	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	13	11.712	11.905	6.235	<b>29.851</b>

No.	Nombre científico	Nombre común/clave	D	Dr	Fr	Domr	Vir
5	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	6	5.405	7.143	11.748	24.296
6	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	2	1.802	4.762	3.514	10.077
7	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	2	1.802	4.762	2.093	8.657
8	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	2	1.802	4.762	1.464	8.028
9	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	2	1.802	2.381	1.085	5.268
10	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	1	0.901	2.381	1.976	5.258
11	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	1	0.901	2.381	1.750	5.032
12	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasín	2	1.802	2.381	0.639	4.822
13	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1	0.901	2.381	0.778	4.060
14	<i>Cupania dentata</i>	Cude	1	0.901	2.381	0.684	3.965
15	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnic	1	0.901	2.381	0.402	3.684
<b>Total</b>			<b>111</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

#### IV.3.5.4. Valor obtenido de Diversidad florística

**Índice de Shannon-Wiener.** El Índice de Shannon-Wiener se usa para cuantificar la biodiversidad específica del ecosistema en estudio. 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 y superiores a 3 son altos.

En las siguientes tablas se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) por grupos diamétricos en los tres estratos encontrados en el predio. La equidad (E) puede entenderse como que: tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

Fórmula para calcular el índice de Shannon Wiener ( $H'$ ):  $H' = -\sum p_i \ln p_i$

Donde:

$H'$ = contenido de la información de la muestra.

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

**Índice de Pielou.** Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. Índice de Equidad de Pielou se estimó con la siguiente fórmula:  $E = H/H_{max}$

Donde:

$E$ =Equidad

$H$ =Diversidad de especies

$H_{max}$ = Diversidad de especies máxima=  $\log S$

Cuadro 78. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo diamétrico del grupo herbáceo.

No.	Nombre científico	Nombre común/clave	D	Pi	-(pi) (lnpi)	(lnpi)
1	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	2	0.087	0.212	-2.442
2	<i>Adelia barbinervis</i>	Pakalche	3	0.130	0.266	-2.037
3	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	1	0.043	0.136	-3.135
4	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	1	0.043	0.136	-3.135
5	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	6	0.261	0.351	-1.344
6	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	3	0.130	0.266	-2.037
7	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	6	0.261	0.351	-1.344
8	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	1	0.043	0.136	-3.135
<b>Total</b>			<b>23</b>	<b>1.000</b>	<b>1.854</b>	<b>0.000</b>
					<b>H=</b>	<b>1.854</b>
					<b>Hmax=</b>	<b>2.079</b>
					<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.891</b>

Cuadro 79. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo diamétrico del grupo arbustivo.

No.	Nombre científico	Nombre común/clave	D	Pi	-(pi) (lnpi)	(lnpi)
1	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	1	0.015	0.064	-4.174
2	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	5	0.077	0.197	-2.565
3	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintoc	1	0.015	0.064	-4.174
4	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	41	0.631	0.291	-0.461
5	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	1	0.015	0.064	-4.174
6	<i>Eugenia axilaris</i>	Eugenia	1	0.015	0.064	-4.174
7	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	1	0.015	0.064	-4.174
8	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	8	0.123	0.258	-2.095
9	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	1	0.015	0.064	-4.174
10	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1	0.015	0.064	-4.174
11	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	1	0.015	0.064	-4.174
12	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Uchuche	1	0.015	0.064	-4.174
13	<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	1	0.015	0.064	-4.174
14	<i>Hamelia patens</i>	Xkanan	1	0.015	0.064	-4.174
<b>Total</b>			<b>65</b>	<b>1.000</b>	<b>1.452</b>	<b>0.000</b>
					<b>H=</b>	<b>1.452</b>
					<b>Hmax=</b>	<b>2.639</b>
					<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.550</b>

Cuadro 80. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo diamétrico del grupo arbóreo.

No.	Nombre científico	Nombre común/clave	D	Pi	-(pi) (lnpi)	(lnpi)
1	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	2	0.018	0.072	-4.016
2	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	1	0.009	0.042	-4.710
3	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	2	0.018	0.072	-4.016
4	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	48	0.432	0.363	-0.838
5	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	20	0.180	0.309	-1.714
6	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	9	0.081	0.204	-2.512



No.	Nombre científico	Nombre común/clave	D	Pi	-(pi) (lnpi)	(lnpi)
7	<i>Cupania dentata</i>	Cude	1	0.009	0.042	-4.710
8	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	1	0.009	0.042	-4.710
9	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	6	0.054	0.158	-2.918
10	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasín	2	0.018	0.072	-4.016
11	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	13	0.117	0.251	-2.145
12	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	2	0.018	0.072	-4.016
13	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1	0.009	0.042	-4.710
14	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	2	0.018	0.072	-4.016
15	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnic	1	0.009	0.042	-4.710
<b>Total</b>			<b>111</b>	<b>1.000</b>	<b>1.858</b>	
					<b>H=</b>	<b>1.858</b>
					<b>Hmax=</b>	<b>2.708</b>
					<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.686</b>

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística de los diferentes estratos es muy similar, siendo el grupo arbóreo el que presenta el mayor índice de diversidad con un valor H de H=1.858 considerado bajo, seguido del grupo herbáceo con H=1.854 y el grupo arbustivo con H=1.452. Lo anterior indica que la vegetación se encuentra con un reducido número de especies vegetales de selva en cada uno de los grupos, evidencia de que la vegetación de selva mediana se encuentra en un proceso de recuperación.

La equidad (E) puede entenderse como un parámetro que indica qué tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

Respecto a la flora del área aprovechar la equidad presente en los tres grupos/estratos sólo en el caso del herbáceo es cercana a 1, en los grupos restantes es de E=0.55 (arbustivo) y E=0.68 (arbóreo) lo cual indica que la distribución de las especies no es homogénea por la predominancia específicamente de la Palma Chit en el grupo arbustivo y la Palma Chit y el Chechen en el grupo arbóreo.

**Índice de Sorensen.** Para conocer el índice de similitud entre los estratos arbóreo y arbustivo se utilizó el índice de Sorensen que se basa en la riqueza de especies a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de Sorensen} = IS = (2 C / (A + B)) * 100$$

Donde:

C = Número de especies comunes en ambos estratos

A = Número de especies en el estrato A

B = Número de especies en el estrato B

Los resultados se presentan en el siguiente cuadro, obteniendo una similitud de 48%.

Cuadro 81. Índice de similitud se Sorensen entre los estratos arbóreo y arbustivo.

	C = Número de especies comunes en ambos sitios	7	14
Árboles	A = Número de especies en el sitio A	15	29
Arbustos	B = Número de especies en el sitio B	14	
		<b>Similitud</b>	<b>48%</b>

#### IV.3.6 Caracterización de fauna

El estudio de la fauna de vertebrados terrestres del sitio del proyecto y por consiguiente del área de CUSTF para la ejecución del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, se realizó con el objetivo de establecer las bases de conocimiento del tipo de fauna presente en el sitio, que permitan diseñar una estrategia de protección a la fauna nativa que actualmente lo habita o utiliza, de manera que se conserve la biodiversidad de la comunidad de macro vertebrados. Así como para establecer una serie de estrategias (técnicas de ahuyentamiento, rescate, rehabilitación y reinserción en ecosistemas que favorezcan su sobrevivencia) que permitan realizar el gradual desmonte y desarrollo del proyecto sin comprometer la biodiversidad. La caracterización permitió además describir la fauna de vertebrados existentes y determinar la presencia de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Metodología.** La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamenta en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981), Day, *et al.* (1980), Gaviño, *et al.* (1979), Manzanilla y Péefaur (2000), donde se indican formas de captura, observación y análisis de información sobre vertebrados terrestres. En la corroboración de los individuos se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (1996), Mackinnon (1986, 2017), Peterson and Chalif (1993), López-Ornat (1990), NGS (1995) y Navarro, *et al.* (1990). También se echó mano de la información disponible en la plataforma Naturalista que administra la CONABIO y en la de eBird que administra el Laboratorio de Ornitología de Cornell.

El reconocimiento de la fauna de vertebrados terrestres se realizó a partir de observaciones directas e indirectas. En todos los casos, las observaciones y registros se realizaron en un área de mayor extensión que la del área de CUSTF; con la finalidad de obtener una mayor cobertura en los resultados. Con base en dichas técnicas, se elaboró el listado de la fauna y sus inmediaciones. Las técnicas específicas empleadas para la identificación de las especies por grupo de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se describen a continuación.

**Herpetofauna.** En el caso de la herpetofauna se realizaron recorridos y se llevó a cabo un método combinado de búsqueda y detección. Este método permite desarrollar una lista de especies de un tipo de hábitat. No se realizaron capturas ni sacrificios de organismos, ya que el objetivo del estudio implicó únicamente la identificación en campo de estos, por lo que se recurrió únicamente al método de observación directa. Se realizaron recorridos a pie, diurnos, a través de las brechas existentes en el área, para registrar todos los anfibios y reptiles observados. Se llevó a cabo una búsqueda de anfibios y reptiles en los microhábitats a lo largo de los senderos establecidos en el predio, revisando restos vegetales, rocas, cuevas, troncos, etc.

Durante los recorridos a través del área se trataron de observar huellas características que dejan algunos organismos al desplazarse. Así también se buscaron algunas señales que indican la presencia de estos organismos, tales como mudas, restos óseos, etc. Todas estas técnicas empleadas permiten verificar la ocurrencia (presencia) de especies en el área y son las más recomendadas para tal efecto.

**Avifauna.** Para las aves se utilizaron binoculares para su observación a distancia y para determinar las especies se emplearon claves especializadas, incluyendo la aplicación eBird. Se puso atención también al registro de sonidos como cantos y llamados de las aves para completar los listados de campo, apoyando la confirmación de la especie con audios disponibles en la aplicación Merlin Bird ID. Este método permite desarrollar una lista de especies en un tipo de hábitat. Se consideraron también registros de ejemplares observados durante todos los trabajos de campo relativos a flora.

**Mastofauna.** Se utilizó el método de observación directa, detección de rastros y huellas. Estos métodos permiten identificar la presencia de diversas especies en un tipo de hábitat. Al igual que para el muestreo de aves, se realizaron recorridos a pie a lo largo de todo el predio, para registrar los mamíferos observados. Sin embargo, dada la sensibilidad de los mamíferos para percibir la presencia humana por el olfato u oído, estos huyen o se esconden rápidamente, lo cual dificulta o imposibilita su observación, siendo pocos los que logran ser observados y/o identificados. Por lo que se recurrió al método de muestreo a través de rastros y huellas. Considerando lo anterior, se llevó a cabo la búsqueda de rastros a lo largo de las brechas, durante los recorridos hechos para la observación directa e indirecta de mamíferos, registrando todas aquellas especies que pudieran identificarse mediante dichos rastros.

**Metodología para procesamiento de datos.** Para los tres grupos registrados dentro del sitio específicamente en el área de CUSTF se obtuvo la riqueza específica, definida como el número de especies presentes, así como la cantidad de individuos por especie registrados durante los muestreos. Con esos datos se obtuvieron índices de diversidad, dominancia y equitabilidad.

**Muestreo de campo para la fauna silvestre.** Se realizó una investigación de la fauna de vertebrados reportados para la zona donde se localiza el predio bajo estudio, derivado de esto se elaboró un listado potencial de especies para la zona de estudio. Posteriormente se realizó el monitoreo de fauna durante dos días en el mes de septiembre. En este monitoreo se implementaron estrategias para cuatro taxones (anfibios, reptiles aves y mamíferos).

El trabajo de campo consistió en recorrer a pie mediante tres transectos con de longitudes variables Transecto 1 = 380 m, Transecto 2 = 450 m, Transecto 3 = 235 m, en todo el predio con una amplitud de hasta 5 m a cada lado del transecto con la finalidad de obtener una mayor cobertura en los resultados. La amplitud del transecto fue mayor donde la vegetación permitió una mayor visibilidad.



Figura 80. Transectos para el reconocimiento de fauna en el predio bajo estudio.

#### IV.3.6.1. Riqueza

En el área de estudio el análisis de la fauna terrestre se enfocó a los vertebrados que la habitan de manera permanente o temporal para reproducción, refugio o alimentación en alguna época del año, o que se encontraban de paso al momento de los muestreos. Los resultados obtenidos del trabajo de campo se presentan en el Cuadro 82, en donde se observa que el grupo mejor representado son las aves con 18 especies, seguido de los mamíferos y reptiles con tres especies cada uno; no se registraron anfibios.

De acuerdo con el listado se observó la presencia de ciertas especies que se caracterizan por pertenecer a hábitats perturbados, encontrándose comúnmente en los centros de población, siendo el caso de la Iguana Negra de Cola Espinosa (*Ctenosaura similis*), el Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*), el X'takay (*Pitangus sulphuratus*) y el Cenzontle Tropical (*Mimus gilvus*). Con respecto a los mamíferos, debido a las características de la vegetación del sitio, época del año en que se realizó el muestreo y su intensidad, se registraron tres especies comunes en distintos tipos de selvas, especies comunes en la región norte del estado y que gustan de las condiciones secundarias por la abundancia de alimento y se sienten más protegidos.

Cuadro 82. Lista de especies de vertebrados terrestres registrados en el predio y área de CUSTF del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

No	Familia	Especie	Nombre común
<b>Reptiles</b>			
1	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i> Wiegmann, 1828	Tolok
2	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i> Cocteau en AMC Duméril y Bibron, 1837	Abaniquillo pardo
3	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> (Gray, 1831)	Iguana Negra de Cola Espinosa
<b>Aves</b>			
1	Cardinalidae	<i>Saltator atriceps</i> (Lesson, 1832)	Saltador Cabeza Negra
2	Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Reinita Mielera
3	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Zopilote Común
4	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i> (Frivaldszky, 1838)	Paloma de Collar turca
5	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1875)	Chara Yucateca
6	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i> (Wagler, 1829)	Chara Pea
7	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i> (Wagler, 1930)	Chachalaca
8	Icteridae	<i>Icterus auratus</i> Bonaparte 1850	Calandria Dorso Naranja
9	Icteridae	<i>Icterus gularis</i> (Wagler, 1829)	Calandria Dorso Negro
10	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i> (Lesson, 1844)	Calandria Dorso Amarillo
11	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, JF, 1788)	Zanate Mayor
12	Icteridae	<i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)	Tordo Cantor
13	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)	Cenzontle Tropical
14	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829)	Carpintero Cheje
15	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i> (Sparrman, 1788)	Perico Frente Blanca
16	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i> (Vigors, 1830)	Perico Pecho Sucio
17	Turdidae	<i>Turdus grayi</i> Bonaparte, 1838	Mirlo Café
18	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Luis Bienteveo
<b>Mamíferos</b>			
1	Agoutidae	<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842	Cereque
2	Procyonidae	<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	Coatí
3	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i> J. A. Allen, 1877	Ardilla

Cabe señalar que la nomenclatura de las especies se estandariza a la reconocida por ITIS (Integrated Taxonomic Information System) por ser la autoridad taxonómica de información a nivel mundial y a la cual México está adherido por intermediación de la Comisión Nacional para Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO).

#### IV.3.6.2. Abundancia relativa de las especies

Durante los recorridos hechos para la realización de la presente caracterización se pudo constatar que en general la fauna silvestre presenta cierta abundancia, en cuanto a número de individuos se refiere, pero relativamente baja riqueza de especies. El grupo de las aves fue el más abundante por ser las más

conspicuas, se observaron en su mayoría especies comunes características de las zonas pobladas y que hacen sus recorridos por el lugar en busca de alimento. De total de las especies registradas, se puede decir que los reptiles y los pequeños mamíferos son residentes al interior del predio donde encuentran los recursos suficientes para vivir; las aves y el resto de las especies registradas seguramente solo utilizan los recursos del sitio como parte de un área más grande que permite satisfacer sus necesidades básicas de subsistencia.

El análisis de datos se realizó a partir de la tabulación de los registros obtenidos y se aplicó la siguiente fórmula para determinar la abundancia relativa (A.R).

$$A.R.= \frac{\text{Número de registros para la especie "X"}}{\text{Número de registros de la especie más abundante}} * 100$$

Con la finalidad de estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las siguientes categorías de abundancia de acuerdo con lo propuesto para aves por Pettingill (1969):

- Abundante. - De 90% hasta 100% de abundancia relativa
- Común. - De 65% hasta 89% de abundancia relativa.
- Frecuente. - Con 31% hasta 64% de abundancia relativa.
- Escasa. - Con 10% hasta 30% de abundancia relativa
- Rara. - Con 1% hasta 9% de abundancia relativa.

Cuadro 83. Abundancia relativa de las especies registradas en la zona de estudio.

Especie	Nombre común	No. de registros	Abundancia relativa	
			%	Clase
<b>Reptiles</b>				
<i>Basiliscus vittatus</i> Wiegmann, 1828	Tolok	1	5	Rara
<i>Anolis sagrei</i> Cocteau Duméril y Bibron, 1837	Abaniquillo Pardo del Caribe	9	43	Frecuente
<i>Ctenosaura similis</i> (Gray, 1831)	Iguana Negra de Cola Espinosa	21	100	Abundante
<b>Aves</b>				
<i>Saltator atriceps</i> (Lesson, 1832)	Saltador Cabeza negra	1	6	Rara
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Reinita Mielera	3	19	Escasa
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Zopilote Común	1	6	Rara
<i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvaldszky, 1838)	Paloma de Collar Turca	4	25	Escasa
<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1875)	Chara Yucateca	4	25	Escasa
<i>Psilorhinus morio</i> (Wagler, 1829)	Chara Pea	1	6	Rara
<i>Ortalis vetula</i> (Wagler, 1930)	Chachalaca	2	13	Escasa
<i>Icterus auratus</i> Bonaparte 1850	Calandria Dorso Naranja	2	13	Escasa
<i>Icterus gularis</i> (Wagler, 1829)	Calandria Dorso Negro Mayor	4	25	Escasa
<i>Icterus chrysater</i> (Lesson, 1844)	Calandria Dorso Amarillo	3	19	Escasa
<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, JF, 1788)	Zanate Mayor	9	56	Frecuente
<i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)	Tordo Cantor	1	6	Rara

Especie	Nombre común	No. de registros	Abundancia relativa	
			%	Clase
<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)	Cenzontle Tropical	1	6	Rara
<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829)	Carpintero cheje	16	100	Abundante
<i>Amazona albifrons</i> (Sparman, 1788)	Perico Frente Blanca	2	13	Escasa
<i>Eupsittula nana</i> (Vigors, 1830)	Perico Pecho Sucio	2	13	Escasa
<i>Turdus grayi</i> Bonaparte, 1838	Mirlo Café	2	13	Escasa
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Luis Bienteveo	2	13	Escasa
<b>Mamíferos</b>				
<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842 *	Cereque	1	17	Escasa
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766) **	Coatí	2	33	Frecuente
<i>Sciurus yucatanensis</i> J. A. Allen, 1877	Ardilla	6	100	Abundante

Huella\* Excreta\*\*

#### IV.3.6.3. Hábitos alimenticios, residencia

El bajo número de especies registradas en este estudio encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra muy próxima a sitios habitados (infraestructura hotelera) y por los ruidos continuos que se generan en las obras en construcción y vialidades colindantes.

En el Cuadro 84 se presenta la relación de hábitos alimenticios y residencia/estacionalidad de las especies registradas la mayoría se distingue por alimentarse de insectos y frutos. En cuanto a su presencia, todas las especies se reconocen como residentes permanentes de la región.

Cuadro 84. Hábitos alimenticios y residencia de las especies registradas en la zona de estudio.

Especie	Nombre común	Hábitos alimenticios	Residencia estacionalidad
<b>Reptiles</b>			
<i>Basiliscus vittatus</i> Wiegmann, 1828	Tolok	Insectívoro	Residente
<i>Anolis sagrei</i> Cocteau en AMC Duméril y Bibron, 1837	Abaniquillo Pardo del Caribe	Insectívoro	Residente
<i>Ctenosaura similis</i> (Gray, 1831)	Iguana Negra de Cola Espinosa	Omnívoro	Residente
<b>Aves</b>			
<i>Saltator atriceps</i> (Lesson, 1832)	Saltador Cabeza Negra	Granívoro	Residente
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Reinita Mielera	Insectívoro	Residente
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Zopilote Común	Carnívoro	Residente
<i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvaldszky, 1838)	Paloma de Collar Turca	Granívoro	Residente
<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1875)	Chara Yucateca	Frugívoro	Residente
<i>Psilorhinus morio</i> (Wagler, 1829)	Chara Pea	Frugívoro	Residente
<i>Ortalis vetula</i> (Wagler, 1930)	Chachalaca	Granívoro	Residente
<i>Icterus auratus</i> Bonaparte 1850	Calandria Dorso Naranja	Frugívoro	Residente

Especie	Nombre común	Hábitos alimenticios	Residencia estacionalidad
<i>Icterus gularis</i> (Wagler, 1829)	Calandria Dorso Negro Mayor	Frugívoro	Residente
<i>Icterus chrysater</i> (Lesson, 1844)	Calandria Dorso Amarillo	Frugívoro	Residente
<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, JF, 1788)	Zanate Mayor	Omnívoro	Residente
<i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)	Tordo Cantor	Insectívoro	Residente
<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)	Cenzontle Tropical	Insectívoro	Residente
<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829)	Carpintero Cheje	Insectívoro	Residente
<i>Amazona albifrons</i> (Sparman, 1788)	Perico Frente Blanca	Frugívoro	Residente
<i>Eupsittula nana</i> (Vigors, 1830)	Perico Pecho Sucio	Frugívoro	Residente
<i>Turdus grayi</i> Bonaparte, 1838	Mirlo Café	Insectívoro	Residente
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Luis Bienteveo	Insectívoro	Residente
<b>Mamíferos</b>			
<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842 *	Cereque	Frugívoro	Residente
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766) **	Coatí	Omnívoro	Residente
<i>Sciurus yucatanensis</i> J. A. Allen, 1877	Ardilla	Frugívoro	Residente

Huella \* Excreta \*\*

#### IV.3.6.4. Diversidad de especies

Para los tres grupos registrados dentro del área de CUSTF se obtuvo la riqueza específica, definida como el número de especies presentes, así como la cantidad de individuos por especie registrados durante los muestreos. Con esos datos se obtuvieron índices de diversidad, dominancia y equitabilidad.

Se calculó el índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) para toda la fauna registrada en el lugar en su conjunto, así como por grupo taxonómico, por tanto, se obtuvieron dos valores para cada índice, uno total, uno para la herpetofauna y uno para la avifauna.

**Índice de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949)  $H'$ .** Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por  $S$  clases de símbolos discretos, cuyas probabilidades de ocurrencia son  $p_1 \dots p_S$ ) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades. Este índice se denota de la siguiente manera:

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i \times \log_2 p_i)$$

Dónde:

$S$ = número de especies (riqueza de especies)

$P_i$ = proporción de individuos de las especies  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ),  $n_i/N$

$i$ = Número de individuos de las especies



Los resultados por grupo se presentan en los cuadros siguientes, sólo se presentan los resultados de las aves, mamíferos y reptiles, ya que no se registraron anfibios.

Cuadro 85. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad ( $E$ ) de las especies para el grupo de los reptiles

Familia	Especie	No.	Pi	-(pi) (lnpi)	(lnpi)
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i> Wiegmann, 1828	1	0.032	0.111	-3.4
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i> Cocteau en AMC Duméril y Bibron, 1837	9	0.290	0.359	-1.2
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> (Gray, 1831)	21	0.677	0.264	-0.4
<b>Total</b>		<b>31</b>	<b>1</b>	<b>0.734</b>	
				<b>H=</b>	<b>0.734</b>
				<b>Hmax=</b>	<b>1.099</b>
				<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.668</b>

Cuadro 86. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies para el grupo de las aves.

Familia	Especie	No.	Pi	-(pi) (lnpi)	(lnpi)
Cardinalidae	<i>Saltator atriceps</i> (Lesson, 1832)	1	0.017	0.068	-4.094
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	3	0.050	0.150	-2.996
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	1	0.017	0.068	-4.094
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i> (Fridvaldszky, 1838)	4	0.067	0.181	-2.708
Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois, 1875)	4	0.067	0.181	-2.708
Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i> (Wagler, 1829)	1	0.017	0.068	-4.094
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i> (Wagler, 1930)	2	0.033	0.113	-3.401
Icteridae	<i>Icterus auratus</i> Bonaparte 1850	2	0.033	0.113	-3.401
Icteridae	<i>Icterus gularis</i> (Wagler, 1829)	4	0.067	0.181	-2.708
Icteridae	<i>Icterus chrysater</i> (Lesson, 1844)	3	0.050	0.150	-2.996
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, JF, 1788)	9	0.150	0.285	-1.897
Icteridae	<i>Dives dives</i> (Deppe, 1830)	1	0.017	0.068	-4.094
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1808)	1	0.017	0.068	-4.094
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829)	16	0.267	0.352	-1.322
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i> (Sparrman, 1788)	2	0.033	0.113	-3.401
Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i> (Vigors, 1830)	2	0.033	0.113	-3.401
Turdidae	<i>Turdus grayi</i> Bonaparte, 1838	2	0.033	0.113	-3.401
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	2	0.033	0.113	-3.401
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>1.000</b>	<b>2.500</b>	
				<b>H=</b>	<b>2.500</b>
				<b>Hmax=</b>	<b>2.890</b>
				<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.865</b>

Cuadro 87. Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies para el grupo de los mamíferos.

Familia	Especie	No.	Pi	-(pi) (lnpi)	(lnpi)
Agoutidae	<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842 *	1	0.111	0.244	-2.197
Procyonidae	<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766) **	2	0.222	0.334	-1.504
Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i> J. A. Allen, 1877	6	0.667	0.270	-0.405

Familia	Especie	No.	Pi	-(pi) (lnpi)	(lnpi)
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>1.000</b>	<b>0.849</b>	
			<b>H=</b>	<b>0.849</b>	
			<b>Hmax=</b>	<b>1.099</b>	
			<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.773</b>	

Huella \* Excreta \*\*

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con **2.500** que se considera medio, en tanto que en los reptiles se obtuvo un Índice H de **0.734** y mamíferos con **H = 0.849** considerado bajo. La equitatividad resultó muy cercana a 1 para el grupo de las aves, no así para el grupo de los mamíferos y reptiles (**E=0.77** y **E=0.66**) lo cual indica que la abundancia para estos grupos de especies no es homogénea.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el predio habita la Iguana Negra de Cola Espinosa (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especie Amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. También se registró el Perico Pecho Sucio (*Eupsittula nana*) (que aparece en la citada Norma como *Aratinga nana*) y el Loro Frente Blanca (*Amazona albifrons*), ambos con la categoría de Protección especial. Cabe mencionar que éstas sólo fueron observadas en tránsito por lo que se considera que no se ponen en riesgo sus poblaciones.

Con base en los resultados obtenidos de la fauna de vertebrados terrestres que se registró en el predio y área de CUSTF donde se llevará a cabo el desarrollo del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya se establecen las siguientes conclusiones:

1. Debido a la condición de la vegetación en el área de estudio, la cual presenta evidencias notorias de actividades antropogénicas y secuelas de eventos hidrometeorológicos recurrentes, la mayoría de las especies de fauna que se registraron toleran o se ven favorecidas por el desarrollo de actividades humanas.
2. En el sitio del proyecto no existen sitios críticos (de crianza, alimenticios o de refugio) que merezcan un tratamiento especial; sin embargo, el registro de la Iguana Negra de Cola Espinosa (*Ctenosaura similis*) requiere se apliquen medidas para evitar su captura, daño o muerte. A este respecto, será necesario implementar un Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto.

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo con Conesa Fernández-Vítora (1997) y Gómez Orea (1999), el proceso de evaluación del impacto ambiental inicia con la identificación de las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a valorar los impactos para determinar su grado de significancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

No debe perderse de vista que el propósito de la evaluación del impacto ambiental, según el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, es establecer 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 ambiente.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental<sup>21</sup>, desequilibrio ecológico<sup>22</sup>, emergencia ecológica<sup>23</sup> o daño ambiental irreversible<sup>24</sup>, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

### V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Gómez Orea, 1999), ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, según Conesa Fernández-Vítora (1997), se deben diferenciar los elementos del proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los aspectos que modifican el uso del suelo, que implican emisión de contaminantes, acciones derivadas de almacenamiento de residuos, acciones que implican sobreexplotación de recursos, acciones que implican sub-explotación de recursos, acciones que actúan sobre el medio biótico, acciones que dan lugar al deterioro del paisaje, acciones que repercuten sobre las infraestructuras, acciones que modifican el entorno social, económico y cultural, acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente. Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

---

<sup>21</sup> Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas (LGEEPA, Art. 3, frac. VIII).

<sup>22</sup> La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos (LGEEPA, Art. 3, frac. XII).

<sup>23</sup> Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que, al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas (LGEEPA, Art. 3, frac. XVI).

<sup>24</sup> Toda pérdida, deterioro o menoscabo que se realice en cualquiera de los elementos que conforman un ecosistema, un recurso biológico o natural, o en los que condicionan la salud o la calidad de vida de la población, como resultado de la actividad humana, que no es posible revertir o restaurar.

Para la identificación de las acciones susceptibles de causar impactos se tomó en cuenta la descripción del proceso constructivo incluida en el capítulo II de este manifiesto.

#### V.1.1 Acciones que modifican el uso del suelo

Se entiende por “usos” los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas, áreas o predios de una región dada; en tanto que los “destinos” son los fines públicos que a se prevea dedicar determinadas zonas, áreas o predios de una región dada. En conjunto ambos determinan la utilización del suelo y, para que sean legalmente aplicables, deben estar plasmados en los instrumentos de planeación ambiental y/o urbana que establecen las leyes mexicanas y haber sido publicados oficialmente.

Los usos del suelo en la zona de interés están establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, que es el instrumento de política ambiental vigente. De acuerdo con este el sitio de interés se ubica en la UGA 17, denominada Corredor turístico Punta Brava – Xcalacoco, con política ambiental de Conservación, **vocación de uso del suelo turística** y los **usos de suelo condicionados turístico**, ecoturístico, suburbano, UMA’s, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural y marina; asimismo, está determinado por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050 que ubica al sitio de interés en la Zona Turística (ZT), donde el **uso de suelo es Turístico**.

En este contexto, el cambio de uso de suelo que se solicita no modifica el uso de suelo establecido en los instrumentos de planeación aplicables, toda vez que el uso que se pretende dar al sitio del proyecto para ejecutar las obras y actividades del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, se apega al uso del suelo Turístico establecido en los instrumentos de planeación urbana y ambiental.

#### V.1.2 Acciones que implican emisión o transferencia de contaminantes

Durante la construcción se prevé el uso de maquinaria pesada para ejecutar las faenas de desmonte, despalle, relleno, nivelación y compactación del terreno en las áreas de aprovechamiento proyectadas; asimismo, se prevé el uso de vehículos de carga para el transporte de personal, insumos de obra y mobiliario, así como para el retiro de residuos; vehículos que durante su operación liberarán al ambiente gases contaminantes y generarán ruido. Sin embargo, la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006 exceptúa los vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera, por lo que este impacto potencial se excluye de la evaluación. Por otra parte, su empleo conlleva el riesgo de derrame de combustibles o aceites, los cuales son potencialmente contaminantes y aunque no se anticipa utilizar volúmenes elevados que puedan representar un riesgo real de impacto significativo, es necesaria la implementación de medidas de mitigación que prevengan esta situación, durante el almacenamiento y despacho de hidrocarburos, mismas que se han previsto.

Para prevenir el riesgo potencial de contaminación del suelo por efecto de fecalismo al aire libre, el cual podría presentarse durante la etapa de construcción, se han previsto medidas como la dotación de infraestructura sanitaria para los trabajadores, de tal suerte que no comprometan las áreas sensibles dentro del sitio del proyecto o su entorno inmediato. También se ha previsto reglamentar la obligatoriedad del uso de los sanitarios, por lo que no se anticipan impactos ambientales significativos asociados a este evento.

Para prevenir la contaminación del suelo por causa de la generación de aguas negras durante la etapa de operación, se ha previsto conectar las nuevas obras proyectadas a la red hidrosanitaria interna del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, que conduce a una planta de tratamiento de aguas residuales, de tal suerte que no se descarguen al mar, suelo o subsuelo. Para mayor seguridad, se contará con un programa de mantenimiento preventivo con cuya aplicación se minimizará el riesgo de fugas por deterioro de la red.

El proyecto incluye nuevas áreas verdes ajardinadas que se sumarán a las existentes, sin embargo, no se anticipa el uso de agroquímicos ya que esta no es una práctica que lleve a cabo la promovente. Para establecer el cerco sanitario a que obliga la Secretaría de Salud en los sitios en los que se preparan o sirven alimentos, se contratará los servicios de una empresa autorizada para que coloque trampas de luz y cebaderas que utilicen sustancias o productos permitidos por la COFEPRIS o la CICOPLAFEST o ambos, y en las dosis y con las frecuencias recomendadas por el fabricante. Así, el uso de los productos químicos señalados, siempre que se utilicen en las dosis y de acuerdo con las recomendaciones indicadas por los fabricantes, no representará un riesgo para el ambiente.

Durante la operación se anticipa el almacenamiento y uso de sustancias riesgosas de competencia estatal<sup>25</sup> en el hotel (gas LP, diésel, gasolina, gas MAP/Pro, químicos de limpieza, solventes, desengrasantes, etc.), pero no de sustancias altamente riesgosas indicadas en el primer<sup>26</sup> y segundo<sup>27</sup> listados de actividades altamente riesgosas. Para prevenir afectaciones al entorno deberán tomarse medidas preventivas, tales como capacitación, vigilancia, supervisión, señalética y barreras físicas o de contención. Además, para asegurar que el manejo de sustancias riesgosas no dé lugar a emisiones o transferencias de contaminantes estas siempre se utilizarán siguiendo los lineamientos de uso indicados por los fabricantes y expresados en las hojas de datos de seguridad y fichas técnicas correspondientes.

Adicionalmente hay que tener en cuenta que la operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, hará uso de calentadores de agua que funcionan por la combustión de gas LP, generando emisiones a la atmósfera que están normadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011 y aunque no se anticipa que estos equipos puedan dar lugar a contaminación de crítica del sitio del proyecto o del sistema ambiental, se requiere el monitoreo anual de emisiones para contar con evidencia de esta situación.

Asimismo, la promovente deberá verificar que durante la operación del establecimiento se cumpla el Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 manteniendo los niveles de ruido por debajo del límite de 68 dB en horario de 6:00 a 22:00 horas y de 65 dB en horario de 22:00 a 6:00 horas.

---

<sup>25</sup> Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, 13 de Agosto de 2004, Tomo II Número 15 Sexta Época.

<sup>26</sup> Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el primer listado de actividades altamente riesgosas. Publicado en el DOF el 28 de marzo de 1990.

<sup>27</sup> Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el segundo listado de actividades altamente riesgosas. Publicado en el DOF el 4 de mayo de 1992.

Durante los procesos de manejo del agua la promovente deberá sujetarse a las condiciones particulares de descarga de aguas residuales indicadas en el Título de Concesión vigente emitido por la CONAGUA a su favor, tanto para la descarga de las aguas de rechazo de la planta desaladora y la descarga de aguas residuales tratadas, atendiendo además los límites máximos de contaminantes que establecen las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997. De manera similar, deberá vigilarse que los lodos derivados del tratamiento de las aguas negras y grises satisfagan la calidad establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002.

Para verificar el cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable se propone la ejecución de un Programa de Desempeño Ambiental durante toda la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, que permita la toma de decisiones para la prevención, mitigación o corrección de impactos al ambiente.

#### V.1.3 Acciones derivadas de la generación y manejo de residuos sólidos

Durante todas las etapas del proyecto se ha previsto el acopio temporal de residuos sólidos en el sitio del proyecto (áreas de construcción o áreas operativas, según sea el caso), así como su traslado frecuente y almacenamiento al interior de las cámaras del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, a fin de disponer los residuos de manera continua a través de recolectores autorizados, conforme al plan de manejo de residuos autorizado a la promovente.

En la etapa de construcción aplicarán las estrategias indicadas en el Plan de manejo de residuos de la construcción elaborado para el proyecto (anexo), que incluye dotar las áreas de trabajo de contenedores de residuos sólidos rotulados para propiciar la segregación de residuos orgánicos e inorgánicos, así como residuos peligrosos; el uso de señales y carteles informativos para propiciar un buen manejo de los residuos; charlas de educación ambiental; y supervisión de obra. Para la etapa de operación, de conformidad con la legislación estatal, se aplicará el Plan de manejo de residuos sólidos autorizado a la empresa Plan Costa Maya, S.A. de C.V. por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo, para la operación del hotel Belmond Maroma Resort & Spa (nombre anterior del actual hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya). Conforme a dichos planes de manejo, durante todas las etapas del proyecto se ha previsto la recuperación de residuos sólidos valorizables, tales como plásticos (PET, PEAD), metales (aluminio, hierro y latón), vidrio de botella y cartón corrugado.

Por tanto, no se anticipan impactos significativos al ambiente derivados de la generación y almacenamiento temporal de estos residuos, o por su disposición.

#### V.1.4 Acciones que implican la subexplotación de recursos

La subexplotación de un recurso ocurre cuando este no se aprovecha o su aprovechamiento se hace por debajo de su umbral de capacidad de explotación. Para el proyecto que nos ocupa, el territorio es el recurso que se debe considerar y la capacidad de explotación es la que está determinada por el ordenamiento ecológico, ya que de acuerdo con la LGEEPA, artículo 3, fracción XXIV *éste es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.* En este contexto, el Programa de ordenamiento ecológico local del Municipio de Solidaridad, establece en su criterio de regulación general CG-25 que *la superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las*

*obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes; y el criterio específico CE-27 aplicable al sitio de interés señala que la superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35% del predio.*

En este contexto, la superficie máxima que se puede aprovechar en el sitio es de 40,198.60 m<sup>2</sup>, y no hacerlo para el establecimiento de una actividad productiva debe ser considerado como subexplotación del recurso "territorio" y conlleva la pérdida de recursos económicos, sin justificar la inversión en costo ambiental, equipamiento e infraestructura, que han erogado el Gobierno del Estado de Quintana Roo y el municipio de Solidaridad para propiciar el desarrollo de la región.

Al respecto, se señala que las obras e instalaciones proyectadas sumadas a las autorizadas con antelación a la promotora, incluyendo obras techadas, obras no techadas y áreas verdes ajardinadas, será de 38,642.19 m<sup>2</sup> o 33.6 %, por lo que se satisface el criterio de regulación ecológica CE-27 aplicable al sitio del proyecto y como se ajusta al umbral permitido y además generará una derrama económica con beneficios directos en Solidaridad, Quintana Roo, no hay razón para suponer la subexplotación de los recursos.

#### V.1.5 Acciones que implican sobreexplotación de recursos

La sobreexplotación de los recursos naturales se produce cuando se extraen del medio natural los organismos o recursos naturales o se explota los ecosistemas a un ritmo mayor que el de su regeneración natural.

En este sentido, se deberá asegurar que los recursos forestales que demandará el proyecto se obtengan de áreas forestales bajo manejo y que estén autorizadas por la Federación. Para ello, se exigirá a los contratistas que presenten copia de la remisión forestal correspondiente y que ampare la legal procedencia de los recursos forestales que introduzcan al terreno para el desarrollo del proyecto.

Aunado a lo anterior, como se expuso líneas arriba únicamente se prevé el aprovechamiento de 33.6% de la superficie total del sitio del proyecto, por lo que se cumple con el criterio ambiental establecido en el POELSM que establece la superficie máxima de aprovechamiento en la UGA 17 en 35%, por lo que la ejecución de las obras proyectadas no puede considerarse como sobreexplotación del sitio.

La operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, implica la explotación de aguas del subsuelo para satisfacer la demanda de agua del complejo hotelero, como esta se realizará al amparo del Título de Concesión número 12QNR150242/32EMDL12 a favor de Plan Costa Maya, S.A. de C.V. no puede considerarse como sobreexplotación del recurso.

Cumplidas estas condiciones, no hay razón para suponer la sobreexplotación de los recursos naturales que demanda la ejecución del proyecto.

#### V.1.6 Acciones que actúan sobre el medio biótico

El medio biótico, entendido como el conjunto de elementos vivos que conforman el ambiente, está representado en el sitio del proyecto y su área de influencia por vegetación de duna costera (DC),

vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) y vegetación de manglar (VM). Sin embargo, las áreas de aprovechamiento proyectadas corresponden a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) o zonas desprovistas de vegetación. Es importante manifestar que la sección del sitio del proyecto que presenta vegetación de manglar no será afectada en modo alguno y se tomarán las previsiones para su protección quedando a salvo como un área de conservación en estado natural, manteniendo así su integridad funcional y la totalidad de sus servicios ambientales.

La SCUSTF requerida para la ejecución del proyecto representa 7.8% de la VSA/SMQ presente en el sitio del proyecto por lo que la remoción de la vegetación no representa un impacto significativo al entorno. En contra parte, se conservarán 74,110.96 m<sup>2</sup> de este tipo de vegetación que representa 64.53% de la superficie del sitio del proyecto, garantizando así la permanencia de los servicios ambientales que presta. No obstante, se han previsto medidas de mitigación tales como el rescate selectivo de flora y la restauración de áreas degradadas.

Con sustento en lo anterior se asevera que no se afectará de manera significativa el hábitat de la fauna silvestre que hace uso de los recursos del sitio del proyecto, ya sea de manera temporal o permanente. De igual manera, se han previsto acciones de prevención y mitigación encaminadas principalmente a salvaguardar las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con tales acciones la promovente se asegura de mitigar el posible impacto sobre el medio biótico por pérdida de cobertura vegetal, pérdida de hábitat o reducción de servicios ambientales.

#### V.1.7 Acciones que actúan sobre el medio abiótico

El medio abiótico, entendido como el conjunto de elementos no vivos que conforman el ambiente, está representado en el sitio del proyecto y su área de influencia por la playa, el mar, la atmósfera y el suelo. Pero ninguno de estos factores ambientales será afectado directamente con la ejecución del proyecto toda vez que, por diseño, se han incluido instalaciones e ingenierías para prevenir escurrimientos de aguas residuales o de sustancias riesgosas, dispersión de residuos, emisiones o transferencias de contaminantes; y se han considerado medidas preventivas para el manejo de sustancias riesgosas, residuos sólidos y residuos peligrosos en todas las etapas del proyecto.

Sin embargo, nunca se está exento de circunstancias accidentales de las que se puedan derivar fugas, escurrimientos, vertimientos o la dispersión de algún elemento que pueda causar contaminación. En cualquier caso, por la magnitud de las obras y actividades proyectadas, no se anticipa que puedan ser de gran importancia, pero será necesaria la aplicación del Programa de desempeño ambiental para prevenir los posibles riesgos o para actuar oportunamente en caso de necesidad aplicando las medidas remediales pertinentes.

#### V.1.8 Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje

El paisaje natural será afectado con el desarrollo del proyecto, porque las obras proyectadas son elementos ajenos al ambiente e introducirán "ruido" en el entorno. Sin embargo, esta afectación no se considera significativa o importante a pesar de la remoción de la vegetación que la ejecución del proyecto implica, porque el sitio del proyecto está en una zona turística; los materiales que se utilizarán en la construcción son acordes con el concepto de desarrollo de la infraestructura turística en la zona costera;



la obra ocupará un poco menos de la superficie máxima de aprovechamiento permitida en los instrumentos de planeación urbana y ambiental; las edificaciones proyectadas no rebasarán el nivel de la vegetación arbolada presente en la zona; se conservará la vegetación perimetral en las áreas de aprovechamiento; y se han considerado acciones para revertir el impacto sobre la vegetación mediante la ejecución de un Programa de restauración.

El paisaje podría deteriorarse si durante cualquiera de las etapas del proyecto tuviera lugar un manejo inadecuado de los residuos sólidos, de las aguas residuales, de las sustancias riesgosas o si se introdujeran especies de flora o fauna exóticas. Sin embargo, para prevenir estas situaciones se han previsto medidas de prevención y mitigación.

#### V.1.9 Acciones que repercuten sobre la infraestructura

El proyecto operará dentro de los estándares de capacidad de abasto de insumos; así como dentro de la capacidad de recepción y disposición de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, por lo que no representará una carga para la infraestructura pública. Su ejecución no implica la construcción de nuevas infraestructuras públicas o la ampliación de las existentes, por lo que no será una carga para el erario.

La empresa promotora tendrá a su cargo y a su coste, el abasto y distribución interna de agua potable y electricidad; la recolección y el tratamiento de las aguas residuales; y la recolección interna y el manejo de los residuos sólidos dentro de las instalaciones; la limpieza de la playa y su conservación.

Independientemente de lo anterior, y aunque el volumen de generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se espera pueda ser insignificante en comparación con el volumen total de residuos que recibe el Ayuntamiento de Solidaridad para su disposición final, existe la posibilidad de contribuir a minimizar el problema de manejo de estos residuos en el municipio, mediante acciones que tiendan a reducir el volumen de residuos a generar, la segregación y recuperación de subproductos reciclables y su disposición a través de terceros autorizados, por ello en atención a la legislación local, se anexa al presente un Plan de manejo de residuos de la construcción. Durante la operación aplicará el Plan de manejo de residuos del hotel Belmond Maroma Resort & Spa (nombre comercial anterior del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya) con que cuenta la promotora.

#### V.1.10 Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

Las actividades proyectadas, considerando su escasa magnitud y naturaleza, tendrán ligero impacto positivo sobre el entorno social y económico del municipio de Solidaridad, pues generará nuevos empleos permanentes y temporales que serán aprovechados por habitantes de la región; así como nuevas oportunidades de negocio para proveedores y prestadores de servicios turísticos establecidos en la zona; la derrama económica producto de la inversión que se proyecta, tiene un efecto positivo en la economía local; además implica el pago de impuestos y derechos que se aportarán a la Federación, el Estado y el Ayuntamiento. Se espera además que tenga un efecto favorable para el destino turístico apoyando su consolidación y fortalecimiento del área.

#### V.1.11 Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

El proyecto propuesto es congruente con las estrategias ambientales que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad para la UGA-17, pues no rebasará el 35% de

superficie de aprovechamiento permitido; las obras e instalaciones proyectadas aseguran una disposición adecuada de aguas residuales y residuos sólidos, así como la no generación de contaminación del agua, suelo o atmósfera; y se garantizan espacios naturales suficientes -en cantidad y en calidad- para salvaguardar los servicios ambientales que brindan los ecosistemas presentes en el sitio del proyecto y su capacidad de soporte de fauna silvestre y valor paisajístico.

No se anticipa el incumplimiento voluntario de la normatividad ambiental vigente, sin embargo, será necesaria la vigilancia y supervisión ambiental para velar que la promovente se apegue a los términos y condicionantes que impongan las autoridades correspondientes, informándoles además de las contingencias que pudieran llegar a presentarse y de las medidas aplicadas por la empresa promovente para prevenir, mitigar o corregir impactos al ambiente.

## V.2. CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

Los factores ambientales son los elementos y procesos del medio que suelen diferenciarse en dos sistemas, el Medio Físico y el Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas, que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye los subsistemas Medio Socio-Cultural y el Medio Económico. A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, tanto Gómez Orea (1999), como Conesa Fernández-Vítora (1997), coinciden en que éstos han de ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el medio; relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto; excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias; de fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo; de fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales toma en cuenta la importancia y magnitud de este. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando este es el caso, se puede adoptar el criterio sugerido por Conesa Fernández-Vítora (1997), en el que el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo de su extensión: área de influencia en relación con el entorno; complejidad: compuesto de elementos diversos; rareza: no frecuente en el entorno; representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico; naturalidad: natural, no artificial; abundancia: en gran cantidad en el entorno; diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno; estabilidad: permanencia en el entorno; singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido; irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración; fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor; continuidad: necesidad de conservación; insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido; clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso; interés ecológico: por su peculiaridad ecológica; interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural; interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante); dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado; y significación: importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa solo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con este fin se atribuye a cada componente y factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (UIP), y el valor asignado a cada uno resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima) (Estevan Bolea, 1984, *En: Conesa Fernández-Vítora, 1997*).

A los factores del medio presentes en el área de influencia del sitio del proyecto se les ha asignado un valor de importancia estimado a partir de su relevancia, determinado con base en la experiencia del responsable de este manifiesto, siguiendo los criterios de Conesa Fernández-Vítora (1997) y soportado en la caracterización ambiental descrita en este documento.

Los componentes y factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos por el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, en su construcción o en su operación, son los siguientes:

- El agua en el subsuelo puede verse afectada en su calidad caso que no se haga un manejo responsable de los aguas residuales que se generarán o de las sustancias riesgosas que se usarán durante las distintas etapas del proyecto.
- El suelo, que es un factor ambiental susceptible de recibir impactos que podrían surgir de un manejo inadecuado de los combustibles o aceites que se requieren para la operación del equipo, maquinaria y vehículos que se emplearán, así como de resinas, barnices o pinturas que se utilizarán en la etapa de acabados de obra y para el mantenimiento de las instalaciones, puede ver alterada su calidad.
- La atmósfera, particularmente durante la etapa de operación, puede ser afectada en su calidad por la emisión de contaminantes a la atmosfera o ruido ambiental, si la promotora no se apega a lo establecido por la normatividad aplicable y lo hace de manera sostenida.
- Las áreas con cobertura vegetal que se conservarán pueden ver mermada su calidad por un manejo inadecuado de residuos, sustancias riesgosas o para un mal manejo de las aguas residuales que se generarán.
- La flora nativa establecida en la SCUSTF, aunque mínimamente, verá reducida su cobertura para abrir espacio a las obras e instalaciones proyectadas, afectando además algunos ejemplares de *Thrinax radiata*. Ello aunque se han previsto medidas de prevención de impactos y acciones positivas para conservar áreas naturales dentro del sitio del proyecto.
- La fauna silvestre, particularmente las especies que habitan el sitio de interés podrían verse afectadas con el desarrollo del proyecto, por reducción o alteración del hábitat, incremento de ruido, contaminación lumínica e incremento del tránsito de personas en el sitio. Para minimizar la afectación se hace necesario aplicar medidas de prevención y mitigación que mantengan bajo el posible impacto ambiental.

- El paisaje es otro factor susceptible de alterarse, en caso de que no se haga un manejo integral y responsable de los residuos sólidos o de las aguas residuales que se generarán durante toda la vida útil del proyecto.
- La inversión para la ejecución del proyecto y la generación de nuevos empleos directos e indirectos, así como nuevas oportunidades de negocios para proveedores y prestadores de servicios turísticos tendrán un efecto positivo sobre el medio socioeconómico local, aunque este se anticipa poco significativo. Se reconocen cuatro factores ambientales que serán beneficiados, el Sector Turismo, por la mejora en la operación de la oferta hotelera que representa el hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya; el Sector Construcción por la creación de un nuevo proyecto que demandará insumos, servicios y empleos temporales; el Empleo directo e indirecto que conlleva la construcción y operación del proyecto; y la Calidad de vida de la población que resultará beneficiada por la derrama de nuevos pagos y derechos que ingresarán a las arcas gubernamentales de las tres esferas de gobierno por la construcción y operación del proyecto.

*Cuadro 88. Elementos del ambiente presentes en el entorno del sitio de interés, susceptibles de recibir impactos ambientales y valor de importancia de éstos.*

Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	Factor Ambiental Afectable	UIP
Medio Físico	Medio Abiótico	Agua	Calidad	100
		Suelo	Calidad	100
		Atmósfera	Calidad	50
		Playa	Calidad	50
	Medio Biótico	Flora	Cobertura	150
		Fauna	Hábitat	150
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad y valor escénico	150
Medio socioeconómico	Medio Económico	Economía	Sector turismo	100
			Sector construcción	50
	Medio Social	Población económicamente activa	Empleo	50
		Población	Calidad de vida	50
<b>Suma</b>				<b>1,000</b>

### V.3. VALORACIÓN DE IMPACTOS

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir. En esta fase se analizan las interacciones potenciales entre las acciones del proyecto y los factores del medio, derivadas tanto de la ejecución de las obras pretendidas, como de la operación del proyecto en su conjunto; con el fin de prever las incidencias ambientales y para poder valorar su importancia.

La importancia del impacto es el radio o el rango mediante el cual se mide cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo.

El valor de importancia del impacto se establece en función de 11 características. La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad de este y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto. Dichas características se representan por variables que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

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

Dónde:	I	= Importancia del impacto
	±	= Signo
	IN	= Intensidad
	EX	= Extensión
	MO	= Momento
	PE	= Persistencia
	RV	= Reversibilidad
	SI	= Sinergia
	AC	= Acumulación
	EF	= Efecto
	PR	= Periodicidad
	MC	= Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados. La importancia del impacto toma valores entre 13 y 92. En términos generales puede afirmarse que los valores inferiores a 25 son irrelevantes, entre 25 y 50 moderados, entre 51 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

### V.3.1 Identificación de impactos potenciales

El resultado de la interacción entre las acciones del proyecto susceptibles de generar impactos y los elementos del ambiente susceptibles de recibirlos se muestra en la matriz de interacción (Cuadro 89).

Sin considerar medidas de mitigación, en la etapa de construcción se identifican siete acciones potencialmente susceptibles de causar algún impacto en el entorno (generación y manejo de residuos de obra o de la construcción, generación y manejo de aguas negras, manejo de sustancias riesgosas, la preparación del sitio que implica remoción de vegetación, la ejecución de las obras proyectadas, la demanda de recursos pétreos y la demanda de recursos forestales), las cuales pueden dar lugar a 29 impactos ambientales, 22 negativos y siete positivos, afectando ocho de los 11 factores ambientales susceptibles de recibir impactos. La disponibilidad del hábitat para la fauna silvestre será el factor ambiental que más impactos recibirá con seis, seguido de la calidad y valor escénico del paisaje con cinco. La generación y manejo de aguas negras y de sustancias riesgosas, así como la ejecución de las obras proyectadas son las actividades que mayores interacciones tienen con los factores del ambiente con cinco cada uno.

Durante la etapa de operación se anticipan ocho acciones impactantes (generación y manejo de residuos de manejo especial, generación y manejo de residuos peligrosos, explotación de agua del subsuelo,

generación y manejo de aguas residuales, manejo de sustancias riesgosas, empleo de fuentes fijas, la operación hotel y la conservación de áreas naturales), que pueden dar lugar a 33 impactos ambientales potenciales, 22 de ellos negativos y 10 positivos, afectando 10 de los 11 factores ambientales susceptibles de recibir impactos. Los componentes ambientales que más afectación recibirían son el agua, el paisaje, el suelo y la economía vinculada al Sector turismo. La generación y manejo de residuos de manejo especial es la acción que más interacciones negativas tendrá con el entorno, con seis; y la conservación de área naturales es la acción que más interacciones positivas tendrá con el entorno, con siete.

Las interacciones de carácter negativo que se identifican como posibles en la etapa de construcción son:

- Afectación de la calidad del hábitat de la fauna silvestre, así como la calidad y valor escénico del paisaje, en caso de que tenga lugar el manejo inadecuado de residuos de obra.
- Afectación de la calidad del agua, el suelo, la playa, el hábitat de la fauna silvestre, la calidad y valor escénico del paisaje y la actividad turística en el entorno, en caso de que tenga lugar el manejo inadecuado de los sanitarios y de las aguas negras resultantes de su uso.
- Afectación de la calidad del agua, el suelo, el hábitat de la fauna silvestre, la calidad y valor escénico del paisaje y la actividad turística en el entorno, en caso de que tenga lugar el manejo inadecuado de sustancias riesgosas.
- Pérdida de suelo, reducción de cobertura vegetal, afectación del hábitat de la fauna silvestre y merma de la calidad y valor escénico del paisaje por la remoción de la vegetación que se requiere llevar a cabo para generar el área de aprovechamiento para la construcción de las obras proyectadas.
- Afectación del hábitat de la fauna silvestre, la calidad y valor escénico del paisaje por el ruido y el incremento de actividad derivada de la ejecución de las obras proyectadas.
- Afectación del suelo y la cobertura vegetal fuera del sitio del proyecto si los recursos pétreos requeridos no se obtienen de un banco de aprovechamiento autorizado.
- Afectación de la cobertura vegetal, del hábitat de la fauna silvestre fuera del sitio del proyecto si los recursos forestales no se obtienen de fuentes autorizadas.

Las interacciones de carácter positivo que se identifican como posibles en la etapa de construcción son:

- Generación de empleo temporal en el Sector Construcción por la ejecución de las obras proyectadas.
- Demanda de insumos de la construcción, con beneficios a proveedores y prestadores de servicios establecidos en la zona, así como a una o varias asociaciones de productores forestales.
- Demanda de empresas encargadas del manejo de residuos de obra.
- El pago de derechos e impuestos relativos a la autorización y construcción del proyecto se traduce en beneficios sociales a la población.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Cuadro 89. Matriz de interacción entre las acciones del proyecto susceptibles de generar impactos y los elementos del ambiente susceptibles de recibirlos.

FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS				ACCIONES IMPACTANTES CONSTRUCCIÓN									ACCIONES IMPACTANTES OPERACIÓN										
Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	Factor Ambiental Afectable	UIP	Generación y manejo de residuos de obra	Generación y manejo de aguas negras	Manejo de sustancias riesgosas	Preparación del sitio (remoción de vegetación)	Ejecución de obras	Demanda de recursos pétreos	Demanda de recursos forestales	Suma de impactos al factor	Generación y manejo de residuos de manejo especial	Generación y manejo de residuos peligrosos	Explotación de agua subterránea	Generación y manejo de aguas residuales	Manejo de sustancias riesgosas	Empleo de fuentes fijas	Operación del hotel Maroma	Conservación de áreas naturales	Suma de impactos al factor		
Medio Natural	Medio Abiótico	Agua	Calidad	100		x	x					2	x	x	x	x	x			x	6		
		Suelo	Calidad	100		x	x	x			x		4	x	x		x	x			x	5	
		Atmósfera	Calidad	50									0						x			x	2
		Playa	Calidad	50									0	x									1
	Medio Biótico	Flora	Cobertura	150				x			x	x	3									x	1
		Fauna	Hábitat	150	x	x	x	x	x			x	6	x				x		x		x	4
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad y valor escénico	150	x	x	x	x	x				5	x	x		x	x	x			x	6
Medio Socioeconómico	Medio Económico	Economía	Sector turismo	100		x	x					2	x			x	x			x		4	
			Sector construcción	50						x			1										0
	Medio social	Población económicamente activa	Empleo	50	x	x		x	x	x	x	6									x	1	
			Población	50									0				x			x	x	3	
Suma de impactos por la acción				1,000	3	6	5	5	4	3	3	29	6	3	1	5	5	2	4	7	33		

Las interacciones de carácter negativo que se identifican como posibles en la etapa de operación son:

- Afectación de la calidad del agua, del suelo, la playa, del hábitat de la fauna silvestre, la calidad y valor escénico del paisaje y la actividad turística en el entorno, en caso de que tenga lugar el manejo inadecuado de residuos de manejo especial o peligrosos.
- Intrusión salina en caso de sobreexplotación del agua subterránea.
- Afectación de la calidad del agua del agua, del suelo, la calidad y valor escénico del paisaje, la actividad turística en el entorno y la calidad de vida de la población, en caso de que tenga lugar el manejo inadecuado de aguas residuales.
- Deterioro de la calidad del agua, suelo, hábitat de la fauna silvestre, la calidad y valor escénico del paisaje y la actividad turística en el entorno si acaso tiene lugar el manejo inadecuado de sustancias riesgosas.
- Reducción de la calidad de la atmósfera por emisiones de contaminantes por el empleo incorrecto de las fuentes fijas.
- Afectación intermitente del hábitat de la fauna silvestre por efecto de la iluminación, el ruido o el movimiento al interior del sitio del proyecto derivado de la operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

Las interacciones de carácter positivo que se identifican en la etapa de operación son:

- Mejora de la experiencia y calidad de la estancia de los huéspedes que se puede traducir en incremento de la ocupación, la estancia y/o del gasto promedio de los huéspedes, lo que se traduce en beneficios económicos para la empresa, sus colaboradores y proveedores.
- Generación de empleos directos e indirectos en el Sector Turismo.
- Beneficios sociales a la población derivados del pago de derechos e impuestos relativos a la operación del hotel.
- Beneficios a los medios abiótico, biótico y perceptual derivados de la conservación de 64.53% de la superficie del sitio del proyecto en condiciones naturales, coadyuvando en la captación e infiltración de agua, conservación del suelo, calidad del aire, captura de carbono, conservación de la biodiversidad, del hábitat de la fauna silvestre y, derivado de todo lo anterior, mejora en la calidad de vida de la población.

Sin embargo, como señala Gómez Orea (1999), de entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables. En virtud de lo anterior se realizó un análisis de la posibilidad de ocurrencia<sup>28</sup> de los posibles efectos sobre el ambiente derivados de las acciones concretas del proyecto y, del grado de significancia<sup>29</sup> en caso de que tuvieran lugar; tanto para la etapa de construcción (Cuadro 90) como para la etapa de operación (Cuadro 91).

---

<sup>28</sup> Posibilidad alta indica una posibilidad igual o mayor al 75 % de que ocurra y por tanto cierta. Posibilidad baja indica una posibilidad igual o menor a 25 % de que ocurra y por tanto incierta.

<sup>29</sup> Grado de significancia alto significa que causa daño grave al ecosistema o desequilibrio ecológico grave o impacto ambiental significativo o relevante. Grado de significancia bajo significa que, aun causando daño ambiental, este no se puede considerar como daño grave al ecosistema, ni desequilibrio ecológico grave, ni impacto ambiental significativo o relevante. Definiciones con base en el REIA de la LGEEPA.



*Cuadro 90. Identificación de las acciones susceptibles de causar impactos al ambiente durante la etapa de construcción y su posible efecto sobre éste, así como su posibilidad de ocurrencia y grado de significancia.*

<b>Acciones concretas del proyecto</b>	<b>Posible efecto sobre el ambiente</b>	<b>Posibilidad de ocurrencia</b>	<b>Grado de significancia</b>
Generación y manejo de residuos de obra	Afectación de la calidad del hábitat de la fauna silvestre, así como la calidad y valor escénico del paisaje.	Baja	Bajo
	Generación de empleo.	Alta	Bajo
Generación y manejo de aguas negras	Afectación de la calidad del agua, el suelo, la playa, el hábitat de la fauna silvestre.	Baja	Bajo
	Deterioro del paisaje y valor escénico del sitio comprometiendo la actividad turística en el entorno.	Baja	Bajo
	Generación de empleo.	Alta	Bajo
Manejo de sustancias riesgosas	Afectación de la calidad del agua marina, del suelo y del hábitat de la fauna silvestre.	Baja	Bajo
	Deterioro del paisaje y valor escénico del sitio comprometiendo la actividad turística en el entorno.	Baja	Bajo
Preparación del sitio (remoción de vegetación)	Pérdida de suelo, reducción de la cobertura vegetal del terreno y del hábitat de la fauna silvestre.	Alta	Bajo
	Deterioro del paisaje y valor escénico del sitio.	Baja	Bajo
	Generación de empleo.	Alta	Bajo
Ejecución de obras	Alteración temporal del entorno afectado a la fauna silvestre y la calidad del paisaje natural.	Alta	Bajo
	Generación de empleo y demanda de bienes y servicios.	Alta	Bajo
Demanda de recursos pétreos	Sobreexplotación del ecosistema selvático por adquisición ilegal de recursos, que afecta la cobertura vegetal y el suelo.	Baja	Bajo
	Generación de empleo y demanda de bienes y servicios.	Alta	Bajo
Demanda de recursos forestales	Sobreexplotación del ecosistema selvático por adquisición ilegal de recursos que afecta la cobertura vegetal y el hábitat,	Baja	Bajo
	Generación de empleo y demanda de bienes y servicios.	Alta	Bajo

*Cuadro 91. Identificación de las acciones susceptibles de causar impactos al ambiente durante la etapa de operación y su posible efecto sobre éste, así como su posibilidad de ocurrencia y grado de significancia.*

Acciones concretas del proyecto	Posible efecto sobre el ambiente	Posibilidad de ocurrencia	Grado de significancia
Generación y manejo de residuos de manejo especial	Afectación de la calidad del agua, del suelo, la playa, del hábitat de la fauna silvestre, la calidad y valor escénico del paisaje y la actividad turística en el entorno	Baja	Bajo
Explotación de agua subterránea	Intrusión salina.	Baja	Bajo
Generación y manejo de aguas residuales	Afectación de la calidad del agua y del suelo.	Baja	Bajo
	Deterioro del paisaje y valor escénico del sitio, y de la actividad turística en el entorno.	Baja	Bajo
	Merma de la calidad de vida de la población.	Baja	Bajo
Manejo de sustancias riesgosas	Afectación de la calidad del agua marina, del suelo y del hábitat de la fauna silvestre.	Baja	Bajo
	Deterioro del paisaje y valor escénico del sitio comprometiendo la actividad turística en el entorno.	Baja	Bajo
Empleo de fuentes fijas	Reducción de la calidad de la atmósfera por emisiones de contaminantes	Baja	Bajo
Operación del hotel Maroma	Afectación intermitente del hábitat por efecto de la iluminación, el ruido o el movimiento al interior y alrededores del inmueble proyectado.	Alta	Bajo
	Incremento del valor escénico turístico y beneficios a la actividad turística en el entorno.	Alta	Bajo
	Generación de empleo y beneficios sociales para la población.	Alta	Bajo

Con base en lo anterior, para la etapa de construcción se anticipan los siguientes impactos ambientales potenciales:

- Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos de obra.
- Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de aguas negras.
- Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de sustancias riesgosas.
- Reducción de la cobertura vegetal en el sitio del proyecto.

- Alteración temporal del hábitat de fauna silvestre.
- Generación de empleo en el Sector Construcción.
- Incremento en la derrama económica en la región.

Para la etapa de operación se anticipan los siguientes impactos ambientales potenciales:

- Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos de manejo especial.
- Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de aguas residuales.
- Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de sustancias riesgosas.
- Alteración intermitente del hábitat en el sitio del proyecto e inmediaciones.
- Emisión o transferencia de contaminantes al entorno natural.
- Generación permanente de empleo y oportunidad de negocio en el Sector Turismo.

### V.3.2 Descripción y valoración de impactos potenciales en la etapa de construcción del proyecto

#### V.3.2.1. *Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos de obra*

Aunque se ha elaborado un plan de manejo de residuos de la construcción y se han previsto medidas preventivas para evitar la ocurrencia de este impacto, la calidad del entorno podría verse comprometida temporalmente en caso de que tenga lugar el manejo inadecuado de los residuos de obra, entre los que se contabilizan residuos sólidos derivados de la obra, que incluye residuos sólidos y residuos peligrosos.

Considerando la composición de los residuos que se generarán y el volumen esperado de los mismos, se asigna una intensidad baja a esta posible afectación (IN = 1) y una magnitud de afectación también baja en extensión o puntual (EX = 1). El efecto del impacto sobre los diferentes factores del ambiente, en caso de ocurrencia, se manifestará de manera inmediata (MO = 4) y su persistencia será temporal (PE = 2), es decir, que estará presente en el ambiente de 1 a 10 años. Se considera como un impacto reversible en el corto plazo (RV = 1) y totalmente recuperable en el medio plazo (MC = 2), por medio de la intervención humana. Además, se considera este impacto como sinérgico (SI = 2).

Dado que existirá una estrecha supervisión de los trabajos en el sitio no se considera posible que una acción como la descrita pueda persistir de forma continuada o reiterada, por ello se califica sin efectos acumulativos (AC = 1). En cuanto a la relación causa-efecto, se considera indirecto (EF = 1), pues el impacto se produciría solo si se lleva a cabo un mal manejo de los residuos, pero estará latente durante todo el tiempo que dure la construcción (PR = 1).

Considerando lo anterior, el valor de importancia de este impacto potencial es de -19 por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante (<25), que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2) = -19.$$

### V.3.2.2. *Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de aguas negras*

Aunque se ha considerado contar con infraestructura adecuada para la contención de aguas negras, no se descarta la posibilidad de un aseo deficiente de los sanitarios, en cuyo caso puede presentarse mal olor; o que tenga lugar un derrame de estos residuos durante la recolección por negligencia o que ocurra la ruptura del contenedor, en cuyos casos se tendría un derrame con posible afectación temporal al suelo, agua y fauna.

En cualquiera de estos escenarios el grado de intensidad del impacto sería bajo (IN = 1), tomando en consideración que no se anticipa el uso de más de diez sanitarios y que la tasa de incidencia de accidentes como los descritos es baja. La extensión del impacto no sobrepasará la extensión del sitio inmediatamente adyacente a la localización de los sanitarios, por lo que se califica la extensión como puntual (EX = 1).

El riesgo de afectación comenzaría a partir del inicio de la obra y, de presentarse, se manifestaría de manera inmediata (MO = 4), siendo su persistencia será fugaz (PE = 1), es decir, menor a un año; pero, además, se aplicarían medidas remediales inmediatas pudiendo revertir el efecto negativo de manera inmediata para retornar a la condición inicial, por lo que se considera un impacto reversible en el corto plazo (RV = 1) y recuperable de manera inmediata con la intervención humana (MC = 1).

Se le asigna a este impacto potencial un sinergismo simple (SI = 1). Sin la intervención de un supervisor ambiental para controlar la aplicación de buenas prácticas ambientales durante la obra, podría tener lugar un efecto acumulativo, pero se considera poco probable (AC = 1), no obstante, el riesgo estará presente durante todo el plazo de ejecución de obra o su mayor parte, por lo que se considera continuo (PR = 4). Finalmente, la relación causa-efecto se considera indirecta (EF = 1), porque la intención de la promotora no es afectar el entorno, situación que podría ocurrir solo de manera accidental.

Con base en lo anterior, el valor de importancia de este impacto potencial es de -19 por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante (<25), que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1) = -19.$$

### V.3.2.3. *Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de sustancias riesgosas*

Aunque se han previsto medidas preventivas para limitar la ocurrencia de este impacto, la calidad del suelo, del agua, de la fauna y aún del paisaje podría verse comprometida en caso de que alguna de las sustancias riesgosas que se emplearán -gasolina, diésel, aceite o lubricante, resinas y sellador para madera, pinturas y barnices, pegamentos, etc.- que serán utilizados durante el desarrollo de las obras de construcción, se derrame accidentalmente y alcance el suelo o algún depósito de agua natural.

La ocurrencia de un derrame que afecte el medio desde alguna área de almacenamiento es muy poco probable. El riesgo se presenta durante el transporte de las sustancias riesgosas dentro del sitio del proyecto, lo que se prevé ocurrirá en bidones de 40 L o cubetas de 20 L y aún en envases de menor capacidad, por lo que se asigna una intensidad baja a esta posible afectación (IN = 1) y una magnitud de afectación también baja en extensión o puntual (EX = 1), y no se anticipa que un posible derrame pueda alterar más allá de 2.0 m<sup>2</sup> de superficie.

El efecto del impacto sobre el elemento del ambiente, en caso de ocurrencia, se manifestará de manera inmediata (MO = 4) y su persistencia será fugaz (PE = 1), es decir, que estará presente en el ambiente por menos de un año. Se considera como un impacto reversible en el corto plazo (RV = 1) y totalmente recuperable de manera inmediata (MC = 1), con la adecuada aplicación de técnicas de recuperación de hidrocarburos y la aplicación de medidas correctivas, y considerando que siempre habrá personal que se percataría de manera inmediata de este evento, por lo cual se considera este impacto potencial como no sinérgico (SI = 1). Dado que existirá una estrecha supervisión de los trabajos en el sitio no se considera posible que una acción como la descrita pueda persistir de forma continuada o reiterada, por ello se califica sin efectos acumulativos (AC = 1). En cuanto a la relación causa-efecto, se considera indirecto (EF = 1), pues el impacto solo se produciría de manera accidental y no por causa propia de la ejecución de los trabajos previstos; no obstante, se podría presentar de manera irregular, impredecible en el tiempo, estando latente durante todo el tiempo que dure la construcción (PR = 1).

Considerando lo anterior, el valor de importancia de este impacto potencial es de -20 por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante (<25), que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \\ I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1) = -20.$$

#### V.3.2.4. Reducción de la cobertura vegetal en el sitio del proyecto

El proyecto se diseñó para afectar lo mínimo posible la vegetación presente en el sitio del proyecto. La remoción de vegetación será de 6,318.73 m<sup>2</sup>, superficie que representa 5.5% de la superficie del sitio del proyecto y 7.8% de la cobertura de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) en la que se ubica la SCUSTF. Independientemente de la poca representatividad de la superficie en la que se pretende la remoción de vegetación y de que se han previsto medidas de prevención y mitigación de impactos a la flora y a la fauna, es un hecho que de autorizarse el proyecto tendrá lugar la reducción de la cobertura vegetal en el sitio del proyecto.

Dicha reducción dará lugar a un impacto de intensidad baja (IN = 1) y puntual (EX = 1), pero que interesa a especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se considera crítico y se añade un valor adicional de +4. Los efectos de este impacto ambiental se observarán en el mediano plazo (MO = 2), una vez que concluyan las obras; pero permanecerá durante toda la vida útil del proyecto (PE = 4). La reversibilidad, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio, es reversible en el largo plazo (RV = 2), que podría acelerarse mediante acciones directas de restauración, permitiendo recuperar las condiciones previas en el mediano plazo (MC = 2).

Se considera un impacto muy sinérgico (SI = 4), porque la reducción de los espacios con cobertura vegetal nativa en condiciones naturales mermará en algún grado el valor de los servicios ambientales en el sitio del proyecto. La regularidad de su manifestación será irregular o discontinua (PR = 1) y acumulativa (AC = 2), pues las áreas de aprovechamiento propuestas se suman a las ya existentes. Respecto a la relación causa-efecto, se califica este impacto como directo (EF = 4), ya que es la intención del promovente mejorar las condiciones de operación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, y para ello requiere ejecutar las obras de ampliación descritas en este documento.

Con base en lo anterior, se concluye que el valor de importancia del impacto, tanto para las especies de flora como para la de fauna, se estima en -29 (impacto potencial benéfico moderado,  $25 \geq I < 51$ ), de acuerdo con la siguiente ecuación:

Considerando lo anterior, el valor de importancia de este impacto potencial es de -30 por lo que se trata de un impacto negativo moderado ( $-25 \geq I < -51$ ), que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 2 + 4 + 2 + 4 + 2 + 4 + 1 + 2) = -30$$

#### V.3.2.5. Alteración temporal del hábitat de fauna silvestre

El ruido, el movimiento de personas y maquinaria al interior del sitio del proyecto son consecuencia de las actividades de construcción proyectadas y afectará de manera temporal a la fauna silvestre en las inmediaciones de los polígonos de aprovechamiento propuestos. Aunque en este documento se han establecido medidas de mitigación que serán aplicadas durante la etapa de construcción del proyecto, en caso de que no se ejecuten oportunamente podría darse la ocurrencia del impacto.

La intensidad del impacto se califica como baja ( $IN = 1$ ) y de extensión puntual ( $EX = 1$ ), toda vez que el área de afectación es minúscula en el Sistema Ambiental con potencial como hábitat de las especies de fauna silvestre presentes en el sitio del proyecto. El momento de manifestación del impacto será inmediato ( $MO = 4$ ), a partir del inicio de las obras y su persistencia fugaz ( $PE = 1$ ). Esta afectación es una consecuencia indirecta del proyecto ( $EF = 1$ ), pues no es propósito de la promotora la afectación a la fauna silvestre. Se trata además de un impacto reversible y mitigable ( $RV = 2$ ), de total recuperabilidad ( $MC = 1$ ), pues al término de las obras se prevé que se alcanzará un nuevo equilibrio en el mediano plazo.

La alteración de las condiciones de la VSA/SMQ no se considera sinérgica ( $SI = 1$ ), pero sí acumulativa ( $AC = 2$ ), de efecto irregular en cuanto a su periodicidad, pues se presentará de forma impredecible en el tiempo ( $PR = 1$ ).

En este contexto, el valor de importancia del impacto es de -18, por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante ( $<25$ ), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1) = -18$$

#### V.3.2.6. Generación de empleo en el Sector Construcción

La ejecución del proyecto tendrá un efecto positivo en el entorno local por la generación de empleo en el Sector Construcción, aunque por la dimensión del proyecto y por tratarse de una inversión relativamente pequeña será de baja intensidad ( $IN = 1$ ), de manera localizada o puntual ( $EX = 1$ ), y su efecto se hará sentir con el inicio de obras ( $MO = 4$ ), con efecto temporal en lo que duran las obras ( $PE = 1$ ), previstas para ejecutarse en poco más de un año. El impacto positivo no tiene efecto acumulativo ( $AC = 1$ ), será irregular o discontinuo para la mayoría de los beneficiarios ( $PR = 1$ ) y su relación causa-efecto es directa ( $EF = 4$ ), con sinergismo moderado ( $SI = 2$ ), pues el empleo es la base de la economía familiar y da lugar a beneficios sociales intrínsecos. Las variables reversibilidad y recuperabilidad no aplican en la valoración de este impacto positivo.

En suma, el valor de importancia de este impacto potencial es de +18 por lo que se trata de un impacto positivo irrelevante ( $\leq 25$ ), que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 0 + 2 + 1 + 4 + 1 + 0) = +18$$

#### V.3.2.7. Incremento en la derrama económica en la región

La inversión necesaria para la ejecución del proyecto tendrá un efecto positivo en el entorno local por la compra de insumos de obra y pago de servicios, así como de derechos e impuestos, lo que se traducirá en beneficios económicos y sociales en la región, favoreciendo la calidad de vida. Sin embargo, en el contexto económico del municipio de Solidaridad, se trata de una inversión pequeña por lo que su intensidad se considera baja ( $IN = 1$ ), de manera localizada o puntual, en el municipio o incidiendo en una única rama del erario ( $EX = 1$ ), cuyo efecto se hará sentir incluso antes del inicio de obras ( $MO = 4$ ), con efecto temporal en las empresas que intervendrán en el proyecto ( $PE = 1$ ).

El impacto positivo no tiene efecto acumulativo ( $AC = 1$ ), será irregular o discontinuo para la mayoría de los beneficiarios ( $PR = 1$ ) y su relación causa-efecto es directa ( $EF = 4$ ), con sinergismo moderado ( $SI = 2$ ). Las variables reversibilidad y recuperabilidad no aplican en la valoración de este impacto positivo.

En suma, el valor de importancia de este impacto potencial es de +18 por lo que se trata de un impacto positivo irrelevante ( $\leq 25$ ), que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 0 + 2 + 1 + 4 + 1 + 0) = +18$$

### V.3.3 Descripción y valoración de impactos potenciales en la etapa de operación del proyecto

#### V.3.3.1. Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos de manejo especial

La empresa promovente cuenta con un plan de manejo de residuos sólidos de manejo especial para la etapa de operación del hotel cuya aplicación ha sido satisfactoria desde que se obtuvo por primera vez hace cuatro años. No obstante, debido al cierre temporal del hotel, primero como consecuencia de la contingencia de salud derivada del COVID-19 y luego para poder ejecutar las obras y actividades que se someten a valoración de la autoridad ambiental, todo el personal operativo calificado ya no labora para la empresa. Por tanto, es de esperarse que algunas de las nuevas contrataciones que habrán de ocurrir no tendrán la capacitación suficiente para el adecuado manejo de los residuos y en este escenario es posible anticipar algunas fallas de manejo que pueden derivar en afectación al ambiente.

Durante la operación se anticipa la generación de alrededor de 600 kg diarios de residuos de manejo especial compuestos por residuos orgánicos e inorgánicos de tipo doméstico; así como la generación esporádica de otros residuos de manejo especial como grasas y cochambres de origen animal, grasas y aceites vegetales usados y pilas alcalinas, en volúmenes variables. Son precisamente estos residuos de generación discontinua los que pueden dar lugar a impactos al ambiente. Atendiendo al volumen promedio de generación de estos residuos en la operación del hotel Maroma en 2019, se asigna una intensidad baja a esta posible afectación ( $IN = 1$ ) y una magnitud de afectación también baja en extensión o puntual ( $EX = 1$ ).

El efecto del impacto sobre los diferentes factores del ambiente, en caso de ocurrencia, se manifestará de manera inmediata (MO = 4) y su persistencia será temporal (PE = 2), es decir, que estará presente en el ambiente de 1 a 10 años. Se considera como un impacto reversible en el corto plazo (RV = 1) y totalmente recuperable en el medio plazo (MC = 2), por medio de la intervención humana. Además, se considera este impacto como sinérgico (SI = 2).

Dado que la buena calidad escénica es esencial para la operación del inmueble, no se considera posible que un mal manejo de residuos pueda persistir de forma continuada o reiterada, por ello se califica sin efectos acumulativos (AC = 1). En cuanto a la relación causa-efecto, se considera indirecto (EF = 1), pues el impacto solo se produciría si se lleva a cabo un mal manejo de los residuos, pero estará latente durante toda la vida útil del proyecto, o sea, 30 años (PR = 1).

Considerando lo anterior, el valor de importancia de este impacto potencial es de -19 por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante (<25), que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2) = -19$$

#### *V.3.3.2. Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de aguas residuales*

Las nuevas obras que incluye el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya se canalizarán a la infraestructura existente, misma que es adecuada para la captación de aguas residuales y su traslado a la planta de tratamiento de aguas residuales (la cual será sustituida por otra de mejor tecnología). La empresa cuenta también con un programa de mantenimiento preventivo, a fin de asegurar la operabilidad de la red sin comprometer la calidad ambiental, no obstante no se descarta la posibilidad de una fuga de aguas negras por mantenimiento incorrecto o inoportuno de la red sanitaria que podría derivar en la afectación al suelo, agua, o el hábitat de la fauna silvestre.

En cualquiera de estos escenarios el grado de intensidad del impacto sería bajo (IN = 1), tomando en consideración que en la ingeniería de la red hidrosanitaria se ha calculado la alta eficiencia de esta, por lo que se califica la extensión como puntual (EX = 1). El riesgo de afectación comenzaría a partir del reinicio de la operación del hotel. De presentarse una fuga de aguas residuales se manifestaría de manera inmediata (MO = 4), siendo su persistencia será fugaz (PE = 1), es decir, menor a un año; pero, además, se aplicarían medidas remediales inmediatas pudiendo revertir el efecto negativo de manera inmediata para retornar a la condición inicial, por lo que se considera un impacto reversible en el corto plazo (RV = 1) y recuperable de manera inmediata con la intervención humana (MC = 1).

Se le asigna a este impacto potencial un sinergismo simple (SI = 1), con pocas probabilidades de tener lugar de manera acumulativa o reiterativa (AC = 1), no obstante, el riesgo estará presente durante toda la vida útil del proyecto por lo que se considera continuo (PR = 4). Finalmente, la relación causa-efecto se considera indirecta (EF = 1), porque la intención de la promovente no es afectar el entorno, situación que podría ocurrir solo de manera accidental.

Con base en lo anterior, el valor de importancia de este impacto potencial es de -19 por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante (<25), que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:



$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1) = -19$$

#### V.3.3.3. Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de sustancias riesgosas

Aunque se han previsto medidas preventivas para limitar la ocurrencia de este impacto, la calidad del suelo, del agua, de la fauna y aún del paisaje podría verse comprometida en caso de que alguna de las sustancias riesgosas que se emplearán -gasolina, diésel, químicos de limpieza, productos empleados en mantenimiento, etc.- que serán utilizados durante la etapa operación, se derrame accidentalmente y alcance el suelo o se infiltre al subsuelo.

La ocurrencia de un derrame que afecte el medio desde alguna área de almacenamiento es muy poco probable, pues cuentan o contarán con medios de contención de derrames y kit para la recuperación de escurrimientos; por lo que riesgo se presenta durante el transporte de las sustancias riesgosas dentro del sitio del proyecto, lo que se prevé ocurrirá en bidones de 40 L o cubetas de 20 L y aún en envases de menor capacidad, por lo que se asigna una intensidad baja a esta posible afectación (IN = 1) y una magnitud de afectación también baja en extensión o puntual (EX = 1), y no se anticipa que un posible derrame pueda alterar más allá de 2.0 m<sup>2</sup> de superficie.

El efecto del impacto sobre el elemento del ambiente, en caso de ocurrencia, se manifestará de manera inmediata (MO = 4) y su persistencia será fugaz (PE = 1), es decir, que estará presente en el ambiente por menos de un año. Se considera como un impacto reversible en el corto plazo (RV = 1) y totalmente recuperable de manera inmediata (MC = 1), con la adecuada aplicación de técnicas de recuperación de hidrocarburos y la aplicación de medidas correctivas, y considerando que siempre habrá personal que se percataría de manera inmediata de este evento, por lo cual se considera este impacto potencial como no sinérgico (SI = 1). Dado que existirá una estrecha supervisión de los trabajos en el sitio no se considera posible que una acción como la descrita pueda persistir de forma continuada o reiterada, por ello se califica sin efectos acumulativos (AC = 1). En cuanto a la relación causa-efecto, se considera indirecto (EF = 1), pues el impacto solo se produciría de manera accidental y no por causa propia de la ejecución de los trabajos previstos; no obstante, se podría presentar de manera irregular, impredecible en el tiempo, estando latente durante todo el tiempo que dure la construcción (PR = 1).

Considerando lo anterior, el valor de importancia de este impacto potencial es de -20 por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante (<25), que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1) = -20.$$

#### V.3.3.4. Alteración intermitente del hábitat en el sitio del proyecto e inmediaciones

Por efecto de la iluminación, el ruido y el movimiento de vehículos y personas al interior del sitio del proyecto como consecuencia de la operación del inmueble se afectará de manera intermitente las áreas naturales que se conservarán en el sitio del proyecto y que son hábitat de especies silvestres. Este conjunto de situaciones que acompañan la operación del hotel continuarán propiciando que las especies más sensibles se alejen, mientras que las más tolerantes a la actividad humana se acerquen o incluso se asienten en las áreas naturales y áreas verdes ajardinadas.

La intensidad del impacto se califica baja (IN = 1) porque las obras y actividades del hotel afectarán menos del 35% de la superficie del sitio del proyecto; por diseño el inmueble contará con elementos para minimizar la contaminación lumínica de las áreas naturales (luminarias de baja intensidad, baja altura de luminarias, uso de luminarias con tecnología LED), mantendrá áreas arboladas para reducir la cantidad de ruido (cortinas vegetales) y minimizará la presencia de personas en las áreas verdes naturales. La extensión del efecto se considera también baja (EX = 1), toda vez que el área de afectación está dentro del límite de cambio aceptable establecido por los instrumentos de planeación ambiental aplicables.

El momento de manifestación del impacto será inmediato (MO = 4), a partir del inicio de la operación y su persistencia permanente, durante toda la vida útil del proyecto, estimada en 50 años (PE = 4). Esta afectación es una consecuencia indirecta del proyecto (EF = 1), pues no es la intención de la promotora la afectación a la fauna silvestre. Se trata además de un impacto irreversible, pero mitigable (RV = 4), de total recuperabilidad en el mediano plazo (MC = 2) y mediante acciones de restauración del sitio. La alteración de las condiciones naturales en el sitio del proyecto no se considera sinérgica (SI = 1), pero sí acumulativa (AC = 2), de efecto irregular en cuanto a su periodicidad, pues se presentará de forma impredecible en el tiempo (PR = 1).

En este contexto, el valor de importancia del impacto es de -24, por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante (<25), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 4 + 4 + 1 + 2 + 1 + 1 + 2) = -24$$

#### V.3.3.5. Emisión o transferencia de contaminantes al entorno natural

Con base en la legislación ambiental aplicable el hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, es una fuente fija. Su operación implica la generación de emisiones a la atmósfera derivadas de la operación de los calentadores de agua; así como la transferencia de contaminantes al agua producto del proceso de desmineralización del agua cruda que extrae del subsuelo y de la descarga al lecho profundo de aguas residuales tratadas; y transferencia de contaminantes al suelo por el empleo de aguas residuales tratadas para el riego de áreas verdes.

Mediante la aplicación de estrategias de control y vigilancia lo esperado es que las emisiones y transferencias de contaminantes ocurran dentro de los límites máximos permitidos por la normatividad ambiental aplicable en cada caso, por lo que asigna a este impacto una intensidad baja (IN = 1), puntual en su extensión (EX = 1), que ocurrirá desde el momento que inicie operaciones (MO = 4) y estará presente durante toda la vida útil del proyecto, estimada en 50 años (PE = 4).

Esta afectación es una consecuencia indirecta del proyecto (EF = 1), pues no es la intención de la promotora la contaminación del medio, pero es una condición inevitable y por tanto se trata de un impacto irreversible, aunque mitigable (RV = 4), que puede mantenerse dentro de los parámetros de la normatividad mediante la aplicación de monitoreos continuos y con la frecuencia que establece la propia normatividad, por lo que se considera de recuperabilidad inmediata (MC = 1).

La alteración de las condiciones naturales en el sitio del proyecto no se considera sinérgica (SI = 1), pero sí acumulativa (AC = 2), de efecto irregular en cuanto a su periodicidad, pues se presentará de forma impredecible en el tiempo (PR = 1).

En este contexto, el valor de importancia del impacto es de -23, por lo que se trata de un impacto negativo irrelevante (<25), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 4 + 4 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1) = -23$$

#### V.3.3.6. Generación permanente de empleo y oportunidad de negocio en el Sector Turismo

La ejecución del proyecto tendrá un efecto positivo en el entorno local por la generación de nuevos empleos en el Sector Turismo, aunque por la dimensión del proyecto y por tratarse de una inversión relativamente pequeña en el contexto regional, será de baja intensidad (IN = 1), de manera localizada o puntual (EX = 1). Su efecto se hará sentir con el reinicio de operación del hotel (MO = 4) y su persistencia será permanente, durante toda la vida útil del proyecto (PE = 4). El impacto positivo no tiene efecto acumulativo (AC = 1), será regular o continuo (PR = 4) y su relación causa-efecto es directa (EF = 4), con sinergismo moderado (SI = 2), pues el empleo es la base de la economía familiar y da lugar a beneficios sociales intrínsecos. Las variables reversibilidad y recuperabilidad no aplican en la valoración de este impacto positivo.

En suma, el valor de importancia de este impacto potencial es de +24 por lo que se trata de un impacto positivo irrelevante (≤25), que se obtiene de las características calificadas mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
$$I = \pm (3(1) + 2(1) + 4 + 4 + 0 + 2 + 1 + 4 + 4 + 0) = +24$$

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

*Cuadro 92. Matriz de valoración de impactos ambientales potenciales vinculados a la ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, sin la aplicación de medidas preventivas o de mitigación.*

Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	Factor Ambiental Afectable	UIP	IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES																					
					Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos de obra	Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de aguas negras	Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de sustancias riesgosas	Reducción de la cobertura vegetal en el sitio del proyecto	Alteración temporal del hábitat de fauna silvestre	Generación de empleo en el Sector Construcción	Incremento en la derrama económica en la región	Total de efectos preparación del sitio y construcción		Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos de manejo especial	Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de aguas residuales	Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de sustancias riesgosas	Alteración intermitente del hábitat en el sitio del proyecto e inmediaciones	Emisión o transferencia de contaminantes al entorno natural	Generación de empleo el Sector Turismo	Total de efectos operación del proyecto		Total de efectos permanentes de la construcción		Importancia total		
					Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.
Medio Natural	Medio Abiótico	Agua	Calidad	100		-19	-20					-39	-3.9	-19	-19	-20		-23		-81	-8.1			-120	-12.0	
		Suelo	Composición	100		-19	-20	-30					-69	-6.9	-19	-19	-20				-58	-5.8			-127	-12.7
		Atmósfera	Calidad	50									0	0.0					-23		-23	-1.2			-23	-1.2
	Medio Biótico	Playa	Calidad	50									0	0.0	-19						-19	-1.0			-19	-1.0
		Flora	Cobertura	150				-30					-30	-4.5							0	0.0	-30.0	-4.5	-60	-9.0
		Fauna	Hábitat	150	-19	-19	-20	-30	-18				-106	-15.9	-19		-20	-24			-63	-9.5	-30.0	-4.5	-199	-29.9
Medio Perceptual	Paisaje	Calidad y valor escénico	150	-19	-19	-20	-30				-88	-13.2	-19	-19	-20					-58	-8.7			-146	-21.9	
Medio Socioeconómico	Medio Económico	Economía	Sector turismo	100		-19	-20					-39	-3.9	-19		-20				24	-15	-1.5			-54	-5.4
			Sector construcción	50									0	0.0							0	0.0			0	0.0
		Población económicamente activa	Empleo	50						18		18	0.9							24	24	1.2			42	2.1
	Medio social	Población	Calidad de vida	50						18	18	0.9								24	24	1.2			42	2.1
				1,000																						
<b>Total</b>				Abs.	-38	-95	-100	-120	-18	18	18	-335.0	-	-114	-57	-100	-24	-46	72	-269	-	-60	-	-664	-	
				Rel.	-5.7	-11.4	-12.0	-16.5	-2.7	0.9	0.9	-	-46.5	-12.4	-6.7	-12.0	-3.6	-3.5	4.8	-	-33.3	-	-9.0	-	-88.8	

#### V.4. CONCLUSIONES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

La ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, sin la aplicación de medidas de mitigación daría lugar a siete impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio y construcción, cinco de ellos negativos y dos positivos; mientras que en la etapa de operación y mantenimiento serían seis en total, con cinco negativos y uno positivo.

La reducción de la cobertura vegetal en el sitio del proyecto, que representa una merma de 6,318.73 m<sup>2</sup> de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y la afectación de ejemplares adultos de *Thrinax radiata* toda vez que no son susceptibles de rescate, sería el impacto de mayor importancia absoluta y relativa ( $I_{Abs} = -120$ ,  $I_{Rel} = -16.5$ ). Empero con bajo efecto en la población de estas especies considerando que esta superficie representa 7.8% de la superficie del sitio del proyecto cubierta por este tipo de vegetación y la especie está bien representada en este ecosistema.

De los componentes ambientales considerados en la evaluación del impacto ambiental del proyecto, el hábitat de la fauna silvestre es el que resultaría con mayor grado de afectación, con valores de  $I_{Abs} = -106$ ,  $I_{Rel} = -15.9$ .

En conjunto la importancia absoluta y relativa de los impactos ambientales esperados en la etapa de preparación del sitio y construcción arroja valores de  $I_{Abs} = -335$ ,  $I_{Rel} = -46.5$ , que se consideran moderados, además de temporales.

Durante la etapa de operación del hotel la potencial afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos de manejo especial resultó con los valores más altos de importancia, a saber,  $I_{Abs} = -114$ ,  $I_{Rel} = -12.4$ , con afectación a varios componentes ambientales (agua, suelo, playa, hábitat de fauna silvestre, paisaje y a la actividad turística). El componente socioeconómico por la generación de empleo resultó con los valores positivos más altos, a saber,  $I_{Abs} = +18$ ,  $I_{Rel} = +0.9$ .

En conjunto la importancia absoluta y relativa de los impactos ambientales esperados en la etapa operación y mantenimiento es de  $I_{Abs} = -269$ ,  $I_{Rel} = -33.3$ , valores que se consideran moderados, pero que estarán presentes durante toda la vida útil del hotel.

El componente ambiental que se afectará más durante esta etapa de acuerdo con el análisis realizado es la calidad del agua, con valores de importancia de  $I_{Abs} = -81$ ,  $I_{Rel} = -8.1$ ; en tanto que el más beneficiado sería el componente socioeconómico por la generación de empleo, alcanzando valores de  $I_{Abs} = +24$ ,  $I_{Rel} = +1.2$ , que se consideran bajos, aunque persistentes en el tiempo.

Dada la magnitud de las obras proyectadas en general se esperan impactos puntuales, con valores negativos bajos a moderados; sin embargo, como **aún no se incorpora el valor de las medidas de mitigación ambiental no deben considerarse como valores definitivos para la evaluación del proyecto o su viabilidad.**

## **VI. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD E INFILTRACIÓN DE AGUA, EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO DE LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN FORESTAL**

En este capítulo se aportan los datos y argumentos técnicos que demuestran que el proyecto es viable, para desahogar los preceptos normativos de excepción como lo señala la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el **artículo 93**, que a la letra dice *“La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal”*.

El presente documento técnico unificado se elaboró para justificar el cambio de uso del suelo para el aprovechamiento del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Maroma, Riviera Maya que se localizará en la zona conocida como Punta Maroma a la altura del kilómetro 51.2 de la carretera federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez, con base en la información técnica presentada en este estudio enseguida se presentan los argumentos que demuestran que aún con el desarrollo del proyecto la biodiversidad se mantendrá y que se mitigará la erosión del suelo, que la capacidad de almacenamiento de carbono y la calidad del agua y su posible disminución en su captación se mitigarán; y que el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo.

### **VI.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN**

La comparación que se presenta en este capítulo incluye un análisis de la posible erosión actual de los suelos que presenta el área sujeta de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, con respecto a la que se presentaría después de realizarse el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para las obras del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

Para evaluar la erosión se consideró lo señalado en el Capítulo IV del presente documento, en donde se describe el tipo de suelo presente en la cuenca hidrológica forestal del área del proyecto y el correspondiente al sitio del presente estudio, y que de acuerdo con esa información se tiene que el tipo de suelo corresponde a Solonchak gléyico y Gleysol mólico de clase textural media. Estos suelos presentan baja permeabilidad. Son alcalinos, con valores de pH que varían entre 8 y 9, ricos en calcio y magnesio y relativamente bajos en fósforo. El subtipo gléyico corresponde a suelos profundos, con pobre desarrollo y textura arcillosa. Los Gleysol son suelos formados por materiales no consolidados, principalmente de pantanos, pero sin materiales de textura gruesa y propios de depósitos aluviales; carecen de propiedades sálicas.

La superficie que se solicita para cambio de uso del suelo para el proyecto es de 0.632 hectáreas. Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectará a este servicio ambiental de forma puntual en la superficie desmontada, en términos de erosión, significa que la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo útil con fines de aprovechamiento urbanos.

Para esto se utilizó el modelo de **ecuación universal de pérdida de suelos**, dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en parcelas experimentales agrícolas que cumplieran un “cierto tipo” de condiciones y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial. Para esta estimación se puede decir que el proyecto afectará una superficie de 0.632 hectáreas.

Como se ha mencionado para la estimación de la pérdida de suelo que ocurrirá en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta y considerando que se trata de un caso hipotético como analogía a continuación se presenta el desarrollo del método empleado y sus resultados.

En el año 2005, se utilizó esta fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos (E), Mario Martínez Méndez (2005).

Ecuación Universal de Pérdida de Suelos: **E = R K L S C P**

Dónde:

- E= Erosión del suelo t/ha/año
- R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm /hr
- K= Erosionabilidad del suelo
- LS= Longitud y grado de pendiente
- C= Factor de vegetación.
- P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad (R) se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para la región donde se ubica el predio es de aproximadamente 1,331.20 mm que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo. De acuerdo con el mapa y tabla proporcionada por el autor donde existen 14 regiones. La región bajo estudio se asocia bajo un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R.

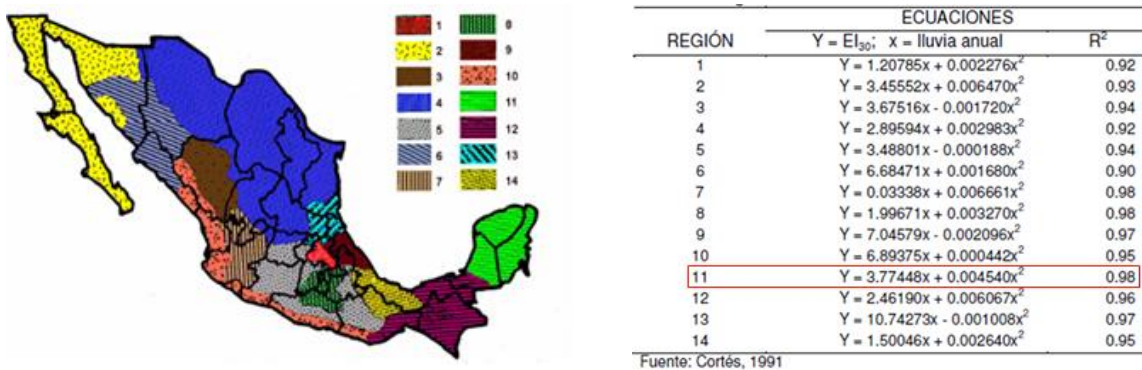


Figura 81. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad. Fuente: [www.sagarpa.gob.mx/apoyos/publicaciones/dctos\\_excel/001estim:erosion.xls](http://www.sagarpa.gob.mx/apoyos/publicaciones/dctos_excel/001estim:erosion.xls) = (consultada en nov de 2005).

De acuerdo con los datos señalados se tiene que el sitio del proyecto se ubica dentro de la región 11 y, por lo tanto, le aplica la ecuación  $R = 3.77448 (P) + 0.004540 (P)^2$ .

Por lo tanto, considerando que la precipitación media anual de la zona donde se ubica el predio y por ende la superficie de cambio de uso de suelo como se ha mencionado es de 1,331.20 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745 (1,331.20) + 0.004540 (1,331.20)^2$$

$$R = 13,069.919 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica. Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K). (Morgan, 1986).

Cuadro 93. Valores del factor erosionabilidad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial.

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol órtico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V(c,p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X(k,h,l,g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y(h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gipsico,takirico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takirico	0.053	0.079	0.026

Mediante el análisis de la carta edafológica del INEGI, se advierte que el predio se encuentra dentro de las unidades edafológicas **Solonchak gléyico** y Gleysol mólico de clase textural media, con más de 95% de arena. Derivado de lo anterior tenemos que el suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura arenosa y el contenido de materia orgánica del 0.5%, por lo tanto, el valor de **K** estimado de **0.040** de acuerdo con el cuadro presentado anteriormente.

La longitud y grado de pendiente. La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. Mientras que el tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el



agua fluye sobre la superficie, por lo que para el cálculo se utilizó la longitud del polígono de CUSTF más largo; y se estimó a partir de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Ha - Hb}{L}$$

Donde:

S= Pendiente media del terreno (%)  
Ha= Altura de la parte alta del terreno (m)  
Hb= Altura de la parte baja del terreno (m)  
L= Longitud del terreno (m)

De acuerdo con el levantamiento topográfico en la superficie de cambio de uso de suelo sería de:

S=7-6/85  
S= 1/85  
S = 0.011 (100)  
S = 1.176%

Al conocer la pendiente y la longitud de la pendiente, entonces el factor, LS se calcula como:

LS:  $(\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)^2)$   
 $\lambda$  = Longitud de la pendiente  
s = Pendiente media del terreno  
m = Parámetro cuyo valor es 0.5

De acuerdo con los resultados obtenidos y sustituyendo los valores en la formula tenemos:

LS =  $(85)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (1.1) + 0.00138 (1.1)^2)$   
LS = (9.21) (0.02608)  
LS = 0.232

Por consiguiente, la erosión potencial es:

$$E = R * K * LS$$

$$E = 13,069.919 * 0.040 * 0.232$$

E= **121.245 ton/ha/año** en suelo sin vegetación y sin prácticas de conservación del suelo y del agua, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 12.125 mm, si se considera que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

Una de las principales causas de la pérdida de suelo en los ecosistemas tropicales en general, se debe a la eliminación de la cobertura vegetal. Por lo general, la exposición prolongada de los terrenos desmontados, facilitan el arrastre de las partículas del suelo hacia las partes más bajas. La remoción de la vegetación para la conformación del proyecto se realizará conforme al cronograma de actividades de manera paulatina

con la finalidad de evitar los procesos de erosión de los suelos, evitando así los tiempos prolongados sin edificación.

De acuerdo con el programa de trabajo de este proyecto y a las características del terreno presente en el predio, el desmonte previsto se restringe a la superficie de ocupación necesaria, donde se ejecutará el despalme y el periodo de exposición del suelo antes del inicio de las actividades establecidas en el cronograma de trabajo, por lo que no se considera que el riesgo de erosión del suelo sea significativo, sino puntual.

Basado en este modelo a continuación se presentan los cálculos de la erosión para el proyecto como comparación antes y después de la remoción de la vegetación.

**1. Erosión de los suelos con cobertura de vegetación de selva (condición actual).** De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la ecuación universal de pérdida de suelo para la superficie del área de CUSTF donde se pretende el proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya dada las condiciones en que se encuentra actualmente el predio con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia tenemos una **erosión actual de 121.24 ton/ha/año**, lo que significa que anualmente aun con vegetación característica de selva se perdería una lámina de suelo de 12.12 mm, si se considera que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

$$E = R * K * LS * C$$

Que multiplicado por un factor de vegetación C de 0.001 (con cobertura vegetal).

$$E = 121.24 * \text{factor de vegetación}$$
$$E = 13,069.91 * 0.040 * 0.23 * 0.001$$
$$E = 0.121 \text{ ton/ha/año.}$$

Considerando lo anterior se tiene que el valor E actual para la SCUSTF es de 0.077 ton/ha/año.

**2. Erosión de los suelos sin cobertura vegetal de selva.** Para la estimación de la pérdida de suelo que ocurriría en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta con el desarrollo del proyecto de la misma manera se utilizó la ecuación (Martínez, M., 2005), una vez habiendo eliminado la vegetación de acuerdo con los resultados obtenidos, y sustituyendo los valores en la fórmula tenemos: longitud de la pendiente de 85 m, pendiente media del terreno 0.5% y un valor constante de "m" = 0.5, por lo tanto se estimó que la **erosión potencial indica que se pudieran perder 121.245 ton/ha/año** lo que significa que habiendo realizado el cambio de uso de suelo sin medidas preventivas, de mitigación o de conservación de suelos y del agua expuesto durante un año la superficie propuesta de CUSTF al intemperismo, anualmente se perdería una lámina de suelo de 12.125 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo, y la erosión sería mayor que las 10 ton/ha/año, que indica que se presentaría degradación del suelo,

$$E = R * K * LS$$
$$E = 13,069.919 * 0.040 * 0.232$$
$$E = 121.245 \text{ ton/ha/año}$$

Se tiene entonces que si E es igual a 121.245 ton/año en una hectárea sin cobertura, la ejecución del CUSTF sin la implementación de medidas de mitigación, implicaría la erosión de 76.610 ton/año.

**3. Erosión con aplicación de medidas preventivas y de mitigación.** Dándole sentido al escenario anterior, se tiene que la pérdida de suelo por erosión con la eliminación de la vegetación por el cambio de uso de suelo es significativa, en el caso de que estuviera expuesto durante todo el año a las condiciones del clima (viento y lluvia), sin embargo, si se considera que sobre la superficie aprovechar se iniciará con el proceso constructivo de manera inmediata y que se han previsto acciones para revegetar 1,130 m<sup>2</sup> de la SCUSTF, la erosión en las áreas revegetadas será de aproximadamente 0.016 ton/ha/año, por lo tanto, las acciones de revegetación mitigarán la erosión en la SCUSTF en un 0.021%. No obstante, se prevé la implementación de medidas adicionales, mismas que se describen líneas abajo.

Para dar soporte a la aseveración previa se tienen las siguientes consideraciones. La pérdida de suelo por erosión con la eliminación de la vegetación por el cambio de uso de suelo es significativa en el caso de que estuviera expuesto durante todo el año a las condiciones del clima (viento y lluvia), sin embargo, si consideramos que se verterá sobre el suelo material pétreo y se iniciará con el proceso constructivo de manera inmediata conforme al avance de sus etapas, entonces tenemos que la pérdida del suelo por erosión es nula, y únicamente habrá ocupación de superficie.

Una de las principales causas de la pérdida de suelo en los ecosistemas tropicales en general, se debe a la eliminación de la cobertura vegetal. Por lo general, la exposición prolongada de los terrenos desmontados, facilitan el arrastre de las partículas del suelo hacia las partes más bajas. Al realizarse la remoción de la vegetación para la conformación del proyecto, esta se realizará conforme al cronograma de actividades en un periodo con la finalidad de evitar los procesos de erosión de los suelos, evitando así los tiempos prolongados sin edificación.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental última reforma 31 de octubre de 2014, artículo 3, fracciones XIII y XIV, *las medidas de prevención son el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles del deterioro del ambiente y las medidas de mitigación son el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare por la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.*

A continuación, se plantean las medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos que pudieran provocar la erosión del suelo:

- Mantener la vegetación natural en el perímetro de las áreas de aprovechamiento para minimizar el efecto del viento al interior de la superficie de cambio de uso de suelo.
- Se implementarán las medidas descritas en el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre para garantizar la sobrevivencia de al menos el 80% de los ejemplares rescatados y la reubicación de plantas en las áreas aledañas del CUSTF y reubicación en las áreas de conservación para el enriquecimiento del área.
- Previo a la ejecución del desmonte y despalme del terreno se realizarán esfuerzos por recuperar tierra vegetal del terreno con propósito de mitigar impactos ambientales adversos como eliminación del suelo y pérdida de servicios ambientales asociados éste en el sitio del proyecto. La tierra vegetal rescatada se utilizará en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la demás resultante será incorporada a las áreas verdes naturales del proyecto como parte de proceso de enriquecimiento del suelo.

- Ejecutar las obras en un periodo corto para reducir el tiempo de exposición del suelo y mitigar la posible erosión del suelo.
- Se considerará realizar las actividades de trabajo en el periodo de seca para reducir aún más la posible erosión del suelo por arrastre a través de agua de lluvia, también se pretende rápidamente el sellado de la superficie removida.
- No se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área del proyecto y se realizarán en talleres establecidos para este fin.
- En su caso el manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo contaminándolo.
- Los residuos vegetales serán triturados y posteriormente vertidos en las áreas aledañas del CUSTF y en algunas áreas de conservación para ayudar a prevenir efectos erosivos del suelo.
- Para evitar la defecación al aire libre se instalará servicio de sanitario para los trabajadores, evitando así la contaminación al suelo y el enrarecimiento de la atmósfera.
- En el proyecto se conservará una superficie con vegetación mayor a la de CUSTF, siendo esta 7.41 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana.

Para agregar argumentos que demuestran que no se provocará la erosión de los suelos debido al cambio de uso del suelo propuesto para el proyecto, a continuación, se presentan resultados sustentados en fuentes bibliográficas que demuestran que en la zona del proyecto no existen efectos erosivos hídricos y eólicos y que la degradación química y física es limitada, debido a la naturaleza, composición y estructura de los suelos. Un estudio realizado por el Colegio de posgraduados sobre la Evaluación de la degradación de los suelos, elaborado en el 2003, publicado en la página de SEMARNAT **se establece que en el estado de Quintana Roo, no existe erosión hídrica.** (Página [semarnat.gobmx/dgeia/informe\\_04/03\\_suelos/cap3\\_1.html](http://semarnat.gobmx/dgeia/informe_04/03_suelos/cap3_1.html)).

De acuerdo con esta evaluación, a nivel nacional la superficie con riesgos de pérdida de suelo por erosión potencial hídrica es del 42%. A nivel estatal, 15 estados de la República presentan más del 50% de su superficie **sin riesgo aparente de erosión hídrica, siendo los menos afectados** Yucatán, **Quintana Roo**, Campeche, Tabasco y Baja California Sur. Finalmente, riesgos de erosión ligera (entre 5 y 10 ton/ha/año) se presentan en los estados de Tlaxcala (28.3%), Quintana Roo (26.0%), Nayarit (23%), México (21.4%) y Yucatán (16.4%).

Erosión hídrica potencial de suelos según nivel, 2002

Mapa 3.2

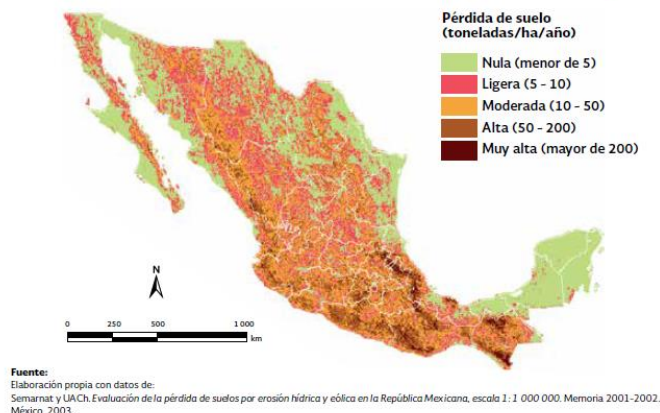


Figura 82. Representación geográfica de erosión hídrica potencial en la República Mexicana, 2002.

Tabla 3.1 Erosión hídrica actual por entidad federativa, 2002

Entidad federativa	Erosión hídrica actual					
	Deformación del terreno		Pérdida del suelo superficial		Superficie estatal afectada	
	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)
Aguascalientes	20 465	3.68	112 505	20.21	132 971	23.88
Baja California	3 136	0.04	4 203	0.06	7 339	0.10
Baja California Sur	1 065	0.02	1 188	0.02	2 253	0.03
Campeche	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Chiapas	42 903	0.58	325 862	4.43	368 764	5.01
Chihuahua	35 428	0.14	2 925 502	11.84	2 960 930	11.99
Coahuila	109 326	0.73	497 143	3.30	606 468	4.03
Colima	5 811	1.04	113 461	20.32	119 273	21.36
Distrito Federal	752	0.51	16 259	11.01	17 010	11.52
Durango	208 898	1.71	2 611 398	21.38	2 820 297	23.09
Guanajuato	105 375	3.47	605 018	19.94	710 394	23.41
Guerrero	351 919	5.53	1 652 607	25.99	2 004 527	31.53
Hidalgo	10 938	0.53	121 750	5.89	132 688	6.41
Jalisco	183 615	2.35	1 736 571	22.27	1 920 186	24.62
México	160 306	7.22	388 710	17.50	549 017	24.72
Michoacán	245 194	4.20	1 303 496	22.34	1 548 691	26.54
Morelos	12 506	2.57	52 028	10.67	64 534	13.24
Nayarit	5 052	0.18	486 318	17.57	491 369	17.76
Nuevo León	103 224	1.62	568 464	8.94	671 688	10.56
Oaxaca	232 105	2.51	1 443 216	15.60	1 675 321	18.11
Puebla	106 379	3.12	233 962	6.86	340 341	9.99
Queretaro	11 614	1.00	151 591	13.12	163 205	14.12
Quintana Roo	0	0.00	0	0.00	0	0.00
San Luis Potosí	80 292	1.33	355 451	5.87	435 743	7.20
Sinaloa	42 172	0.77	827 323	15.06	869 495	15.82
Sonora	162 450	0.90	2 157 706	11.96	2 320 156	12.86
Tabasco	592	0.02	56 559	2.30	57 151	2.33
Tamaulipas	120 321	1.56	498 290	6.47	618 611	8.03
Tlaxcala	21 239	5.35	51 461	12.96	72 701	18.31
Veracruz	2 933	0.04	57 381	0.81	60 314	0.85
Yucatán	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Zacatecas	290 611	3.89	760 137	10.19	1 050 748	14.08
<b>Nacional</b>	<b>2 676 622</b>	<b>1.38</b>	<b>20 115 562</b>	<b>10.38</b>	<b>22 792 184</b>	<b>11.77</b>

Fuente:  
 Semarnat. Colegio de Postgraduados. Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México, 2003.

Figura 83. Tabla con los valores de erosión hídrica potencial por entidad federativa en 2002.

Cuando el viento es el agente que provoca la erosión, ésta se conoce como erosión eólica y afecta poco más del 9% del territorio nacional (17.6 millones de hectáreas), **sin embargo, este tipo de degradación no se presenta en el Estado de Quintana Roo**, o en su defecto es mínima por lo que no se ha cuantificado, es por esta razón que se reporta en ceros.

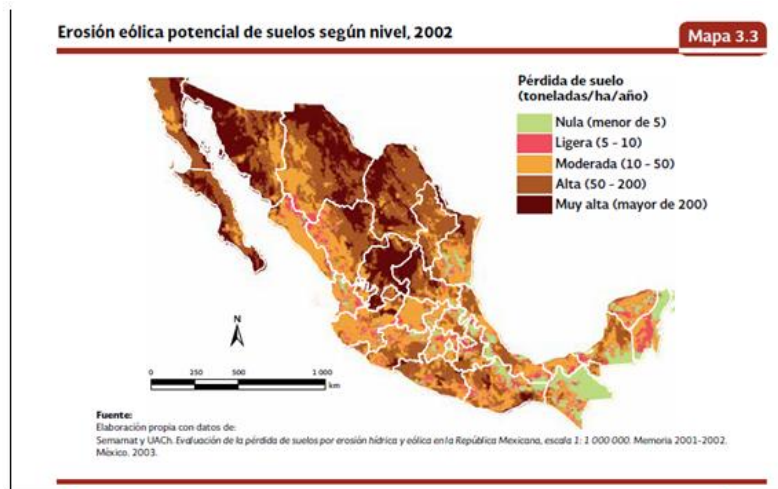


Figura 84. Representación geográfica de erosión eólica potencial en la República Mexicana, 2002.

**Tabla 3.2 Erosión eólica actual por entidad federativa, 2002**

Entidad federativa	Erosión eólica actual					
	Deformación del terreno		Pérdida del suelo superficial		Superficie estatal afectada	
	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)	Superficie (ha)	Proporción (%)
Aguascalientes	0	0.00	69 350	12.45	69 350	12.45
Baja California	0	0.00	20 371	0.28	20 371	0.28
Baja California Sur	0	0.00	84 334	1.22	84 334	1.22
Campeche	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Chiapas	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Chihuahua	0	0.00	6 401 006	25.91	6 401 006	25.91
Coahuila	30 013	0.20	2 052 245	13.64	2 082 258	13.84
Colima	0	0.00	15 523	2.78	15 523	2.78
Distrito Federal	0	0.00	2 283	1.55	2 283	1.55
Durango	470	0.00	2 113 867	17.31	2 114 337	17.31
Guanajuato	0	0.00	247 150	8.14	247 150	8.14
Guerrero	0	0.00	54 803	0.86	54 803	0.86
Hidalgo	2 536	0.12	111 764	5.40	114 301	5.53
Jalisco	0	0.00	209 082	2.68	209 082	2.68
México	0	0.00	106 964	4.82	106 964	4.82
Michoacán	0	0.00	187 491	3.21	187 491	3.21
Morelos	0	0.00	21 865	4.49	21 865	4.49
Nayarit	0	0.00	10 160	0.37	10 160	0.37
Nuevo León	0	0.00	1 200 395	18.87	1 200 395	18.87
Oaxaca	0	0.00	44 719	0.48	44 719	0.48
Puebla	43 805	1.29	289 448	8.49	333 252	9.78
Queretaro	0	0.00	83 801	7.25	83 801	7.25
Quintana Roo	0	0.00	0	0.00	0	0.00
San Luis Potosí	0	0.00	454 523	7.51	454 523	7.51
Sinaloa	2 732	0.05	23 459	0.43	26 191	0.48
Sonora	1	0.00	1 284 953	7.12	1 284 954	7.12
Tabasco	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Tamaulipas	0	0.00	1 045 691	13.58	1 045 691	13.58
Tlaxcala	0	0.00	103 742	26.13	103 742	26.13
Veracruz	0	0.00	48 863	0.69	48 863	0.69
Yucatán	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Zacatecas	4 950	0.07	1 205 734	16.16	1 210 685	16.22
<b>Nacional</b>	<b>84 507</b>	<b>0.04</b>	<b>17 493 587</b>	<b>9.03</b>	<b>17 578 094</b>	<b>9.07</b>

Fuente:  
 Semanist, Colegio de Postgraduados. Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México, 2003.

Figura 85. Tabla con los valores de erosión eólica potencial por entidad federativa en 2002.

La degradación química del suelo está muy asociada a la intensificación de la agricultura en los últimos años. En prácticamente todos los suelos del país que muestran degradación química ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes. La península de Yucatán (principalmente el estado de Yucatán) y amplias zonas de las planicies de Sinaloa y Tabasco muestran de manera importante este tipo de degradación. **Como se puede observar en la zona del proyecto se encuentra sin degradación aparente.**

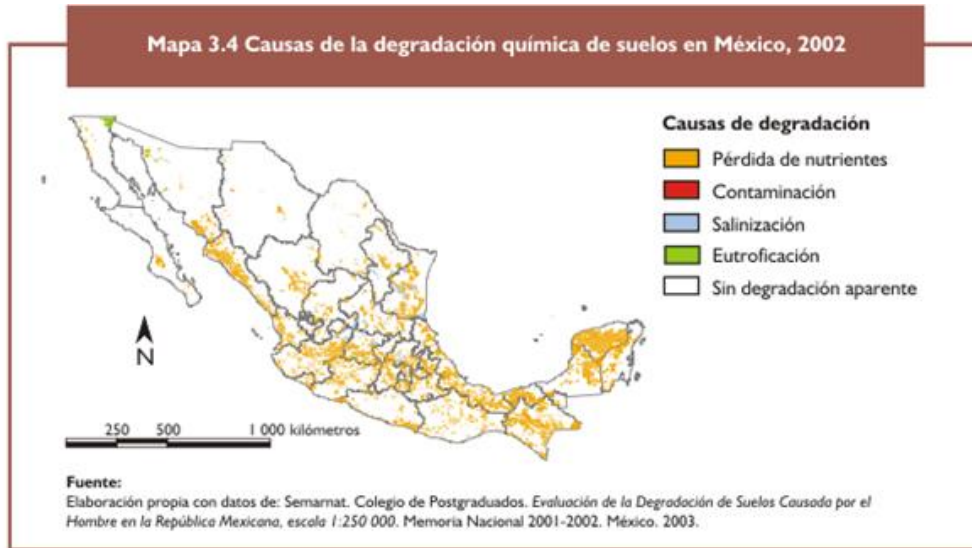


Figura 86. Representación geográfica de las causas de la degradación química del suelo en México, 2002.

Para el estado de Quintana Roo solo esta reportada este tipo de degradación principalmente en las zonas agropecuarias de la parte centro sur del estado. **Por último, la degradación física se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua.** Esto ocurre cuando el suelo se compacta (por ejemplo, por el tránsito de vehículos o animales), se endurece (encostramiento) o es recubierto. Aunque este tipo de degradación no afecta grandes extensiones del país, si es importante debido a su alto impacto, ya que es un proceso prácticamente irreversible. La superficie afectada deriva en la pérdida de la función productiva de estos terrenos. Para el estado de Quintana Roo, esta degradación se da principalmente en las áreas urbanas y en las carreteras.

Debido a las características del proyecto que se pretende implementar, se puede determinar que la afectación se considera como un proceso más de la degradación de los suelos, sin embargo, si se tiene una pérdida de la superficie, se puede decir que está pérdida ya está considerada dentro de los criterios que se tomaron en cuenta para la elaboración de los mecanismos de ordenamientos (POEL de Solidaridad) que rigen la zona.

En conclusión, el proceso de cambio de uso del suelo en el inmueble de interés en las 0.632 hectáreas no generará procesos dolosos de erosión en el factor suelo y se considera que bajo estos términos el proyecto puede ser viable. **De acuerdo con lo anterior, el proyecto no contribuirá de manera dolosa a la pérdida del suelo y se habrá de contribuir en el desarrollo regional.** No obstante, se implementarán las medidas de mitigación que contribuirán a mitigación de los posibles impactos.

## VI.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA AFECTACIÓN AL RECURSO AGUA EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN

El estado de Quintana Roo recibe un volumen medio anual de lluvia del orden de 60,000 Mm<sup>3</sup>, que en su mayor parte precipitan durante los meses de mayo a octubre. Debido a la gran capacidad de infiltración y a la mínima pendiente topográfica del terreno, alrededor del 80% de la precipitación pluvial se infiltra, el 20% restante se distribuye entre la intercepción de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua (áreas de inundación, lagunas y cenotes).



“Estadísticas del Agua en México. Edición 2010”, indica sobre la disponibilidad de las aguas que en los estados de la Península de Yucatán se cuenta con 7,294 m<sup>3</sup>/hab/año de “agua renovable” en tanto que a nivel nacional la media es de 4,263 m<sup>3</sup>/hab/año y ocupa el primer lugar a nivel nacional en la recarga de acuíferos (entre los tres estados) al contabilizar un total de 25,316 Hm<sup>3</sup>/año, parámetros que indican la cantidad de agua disponible para la región. De lo anterior se desprende que por la abundancia de agua en la zona no cabe suponer que la demanda de agua del proyecto puede resultar en una merma o disminución significativa sobre su disponibilidad. Aunado a lo anterior, la promovente cuenta con Título de Concesión 12QNR150242/32EMDL12 que le permite extraer, usar o aprovechar aguas subterráneas nacionales por un volumen de 190,705.20 m<sup>3</sup>/anuales, para uso Servicios, mismos que son suficientes para soportar el proyecto.

Cuadro 94. Tabla de agua renovable per cápita por región hidrológico administrativa.

T2.2 Agua renovable per cápita, por RHA					
RHA	Agua renovable (hm <sup>3</sup> /año)	Población a diciembre de 2009 (Mill. Hab)	Agua renovable per cápita 2009 (m <sup>3</sup> /hab/año)	Escorrentamiento natural medio superficial total* (hm <sup>3</sup> /año)	Recarga media total de acuíferos (hm <sup>3</sup> /año)
I Península de Baja California	4 067	3.78	1 234	3 307	1 300
II Noroeste	8 499	2.62	3 250	5 074	3 426
III Pacífico Norte	25 630	3.06	6 473	22 364	3 267
IV Balsas	21 680	10.62	2 040	17 057	4 623
V Pacífico Sur	32 824	4.13	7 952	30 800	2 024
VI Río Bravo	12 163	10.98	1 107	6 857	5 306
VII Cuencas Centrales del Norte	7 898	4.19	1 887	5 506	2 392
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	34 533	20.97	1 646	26 431	8 102
IX Golfo Norte	25 564	4.97	5 145	24 227	1 338
X Golfo Centro	95 866	9.65	9 937	91 606	4 260
XI Frontera Sur	157 754	6.62	23 835	139 739	18 015
XII Península de Yucatán	29 645	4.06	7 294	4 330	25 316
XIII Aguas del Valle de México	3 513	21.42	164	1 174 <sup>b</sup>	2 339
<b>Total nacional</b>	<b>460 237</b>	<b>107.97</b>	<b>4 263</b>	<b>378 530</b>	<b>81 707</b>

El agua que recibe la entidad es descargada principalmente por evaporación de agua superficial subterránea en los citados cuerpos de agua, y por la transpiración de la vegetación que extrae del subsuelo la mayor parte del volumen infiltrado. Generalmente formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral, el acuífero de Quintana Roo tiene un espesor máximo del orden de 400 m.

La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología, sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas de esqueletos y organismos, mientras que son bajos en los estratos de caliza masiva. A escala estatal, se trata de un acuífero de tipo libre o freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. En la llanura, el acuífero presenta un notable desarrollo cárstico al que se debe su gran permeabilidad secundaria, con espectaculares manifestaciones en la superficie (cenotes de gran tamaño); en tanto que, en el área de lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada que en la llanura y no tiene manifestaciones importantes en la superficie del terreno.

El agua renovable se calcula como el escurrimiento natural medio superficial interno anual, más la recarga total anual de los acuíferos, más las importaciones de agua de otras regiones o países, menos las exportaciones de agua a otras regiones o países. En el caso de México, para el escurrimiento natural medio

superficial interno anual y la recarga de los acuíferos se utilizan los valores medios determinados a partir de los estudios que se hayan hecho en la región. La cantidad de agua renovable anual dividida por el número de habitantes en la región o país da como resultado el agua renovable per cápita. Se considera que un país o región vive en estado de estrés hídrico si su agua renovable es de 1,700 m<sup>3</sup>/hab/año o menos. Para el caso de los acuíferos de la Región Península de Yucatán la CNA (2010) establece que existen 4 grandes acuíferos de los cuales ninguno está sobreexplotado y uno de ellos tiene aguas subterráneas salobres (corresponde al acuífero de Xpuhil, en Campeche). Y como se señaló con antelación la disponibilidad del recurso agua en la Península de Yucatán es del orden de 7,294 m<sup>3</sup>/hab/año.

Cuadro 95. Acuíferos de la República Mexicana por las Regiones Hidrológicas Administrativas. Fuente: Conagua.

T2.11 Acuíferos del país, por RHA, 2009						
RHA	Número de acuíferos				Recarga media (hm <sup>3</sup> )	
	Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres		
I Península de Baja California	87	8	9	5	1 300	
II Noroeste	63	13	5	0	3 426	
III Pacífico Norte	24	2	0	0	3 267	
IV Balsas	46	2	0	0	4 623	
V Pacífico Sur	35	0	0	0	2 024	
VI Río Bravo	100	15	0	7	5 306	
VII Cuencas Centrales del Norte	68	24	0	19	2 392	
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	127	30	0	0	8 102	
IX Golfo Norte	40	2	0	0	1 338	
X Golfo Centro	22	0	2	0	4 260	
XI Frontera Sur	23	0	0	0	18 015	
XII Península de Yucatán	4	0	0	1	25 316	
XIII Aguas del Valle de México	14	4	0	0	2 339	
<b>Total nacional</b>	<b>653</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>81 707</b>	

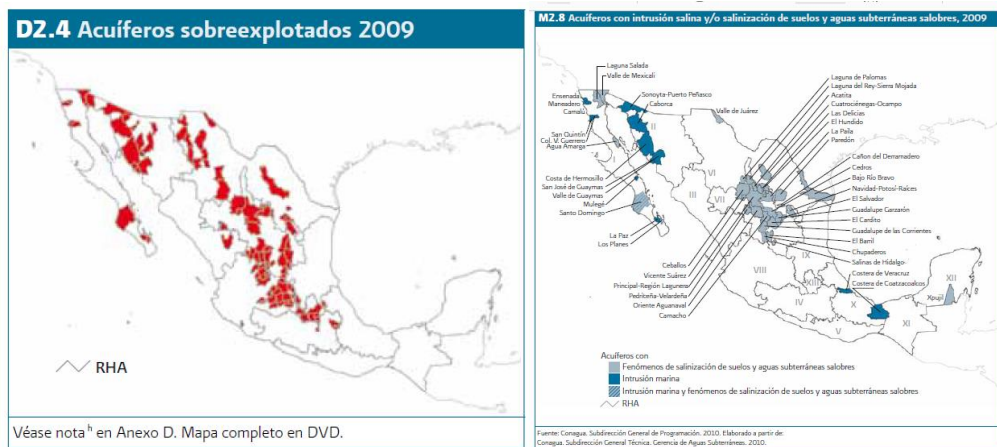


Figura 87. Acuíferos sobreexplotados y acuíferos con problemas de aguas salobres o intrusión salina. Fuente: Conagua.

Antes del análisis señalaremos que la calidad del agua se determina mediante la caracterización física y química de muestras de agua y su comparación con normas y estándares de calidad. De esta forma se

puede identificar si el agua es idónea para los requerimientos de calidad asociados a un uso determinado; por ejemplo: el consumo humano o el ambiente, y en su caso, los eventuales procesos de depuración requeridos para la remoción de elementos indeseables o riesgosos (ONU, 2016). El deterioro de la calidad del agua ocurre por procesos naturales o antropogénicos.

La calidad del agua no es una característica absoluta, sino que es más un atributo definido socialmente en función del uso que se le piense dar al líquido (WRI, 2000); cada uso requiere un determinado estándar de calidad. Por esta razón, para evaluar la calidad del agua es necesario considerar el contexto del uso probable que tendrá. Las estimaciones de disponibilidad del agua no reflejan por completo el problema de las necesidades de este recurso, ya que en la mayor parte del mundo la calidad del agua está lejos de ser la adecuada.

En el tema de la calidad del agua, la misma CONAGUA reporta que las aguas de la Península de Yucatán, tienen altos niveles de calidad y que cumplen con la mayoría de los estándares requeridos por las Normas Oficiales aplicables en este tema. La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días ( $DBO_5$ ), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La  $DBO_5$  y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal. La primera determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la segunda mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

Para medir la calidad del agua se indican los estándares previstos en los monitoreos realizados por la CONAGUA en el Cuadro 96. Los resultados emitidos por la CONAGUA (2010), con base en los muestreos realizados para los principales parámetros utilizados en la calidad del agua se muestran en la Figura 88, Figura 89 y Figura 90, en las que se destaca que las aguas muestreadas para la Península de Yucatán, y en particular para la zona sur del estado de Quintana Roo, la calidad del agua está dentro del rango de excelente o de buena calidad para los tres parámetros en comento.

En relación con la calidad del agua se señala que durante el proceso de cambio de uso de suelo para el proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya se realizarán distintas actividades que ayudarán a evitar que se pudiera causar el deterioro de la calidad de la misma, en referencia a lo señalado en el capítulo del apartado de las medidas de prevención y mitigación, se tendrá especial cuidado en evitar la contaminación de las aguas subterráneas que se pudiera causar a través de aguas residuales generadas por los trabajadores durante las diferentes etapas del proyecto para lo cual se establecerá un baño portátil a razón de 1 por cada 15 trabajadores evitando con ello la micción y defecación al aire libre, así como la descarga directa de agua residuales al suelo, asimismo se realizará el mantenimiento de los equipos y vehículos para evitar el derrame de hidrocarburos al suelo, de igual manera se instalarán contenedores de plástico para la recolección de residuos (botellas de plástico, papeles, latas, etc.).

Con todas estas medidas se garantiza que se evitará la contaminación del agua y se puede concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la calidad y cantidad del agua en el sitio del proyecto y del sistema ambiental.

Cuadro 96. Escalas de clasificación de calidad de agua.

T2.17 Escalas de clasificación de la calidad del agua		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )		
Criterio (mg/l)	Clasificación	Color
DBO <sub>5</sub> ≤ 3	<b>EXCELENTE.</b> No contaminada.	<b>AZUL</b>
3 < DBO <sub>5</sub> ≤ 6	<b>BUENA CALIDAD.</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.	<b>VERDE</b>
6 < DBO <sub>5</sub> ≤ 30	<b>ACEPTABLE.</b> Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	<b>AMARILLO</b>
30 < DBO <sub>5</sub> ≤ 120	<b>CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	<b>NARANJA</b>
DBO <sub>5</sub> > 120	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	<b>ROJO</b>
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		
DQO ≤ 10	<b>EXCELENTE.</b> No contaminada.	<b>AZUL</b>
10 < DQO ≤ 20	<b>BUENA CALIDAD.</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	<b>VERDE</b>
20 < DQO ≤ 40	<b>ACEPTABLE.</b> Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	<b>AMARILLO</b>
40 < DQO ≤ 200	<b>CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	<b>NARANJA</b>
DQO > 200	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	<b>ROJO</b>
Sólidos Suspendedos Totales (SST)		
SST ≤ 25	<b>EXCELENTE.</b> Clase de excepción, muy buena calidad.	<b>AZUL</b>
25 < SST ≤ 75	<b>BUENA CALIDAD.</b> Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto.	<b>VERDE</b>
75 < SST ≤ 150	<b>ACEPTABLE.</b> Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido.	<b>AMARILLO</b>
150 < SST ≤ 400	<b>CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido.	<b>NARANJA</b>
SST > 400	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces.	<b>ROJO</b>

FUENTE: CONAGUA, Subdirección General Técnica.

Los resultados emitidos por la CONAGUA 2010 con base en los muestreos realizados para los principales parámetros utilizados en la calidad del agua se muestran en la figura siguiente, en el que se destaca que las aguas muestreadas para la Península de Yucatán, y en particular para la zona sur del estado de Quintana Roo, la calidad del agua está dentro del rango de excelente o de buena calidad para los tres parámetros en comento.

**T2.15 Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por RHA de acuerdo al indicador DBO<sub>5</sub>, 2009**

RHA	Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
I Península de Baja California	27.3	9.1	45.5	13.6	4.5
II Noroeste	50.0	26.5	23.5	0.0	0.0
III Pacífico Norte	70.7	12.2	17.1	0.0	0.0
IV Balsas	16.6	23.8	41.7	13.1	4.8
V Pacífico Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VI Río Bravo	48.6	46.2	2.6	2.6	0.0
VII Cuencas Centrales del Norte	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	48.7	9.3	24.0	12.7	5.3
IX Golfo Norte	80.9	11.9	4.8	2.4	0.0
X Golfo Centro	0.0	70.3	13.0	11.1	5.6
XI Frontera Sur	0.0	86.1	13.9	0.0	0.0
XII Península de Yucatán	90.0	0.0	10.0	0.0	0.0
XIII Aguas del Valle de México	4.2	0.0	20.8	25.0	50.0
<b>Total nacional</b>	<b>41.0</b>	<b>26.8</b>	<b>19.7</b>	<b>7.9</b>	<b>4.6</b>

Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

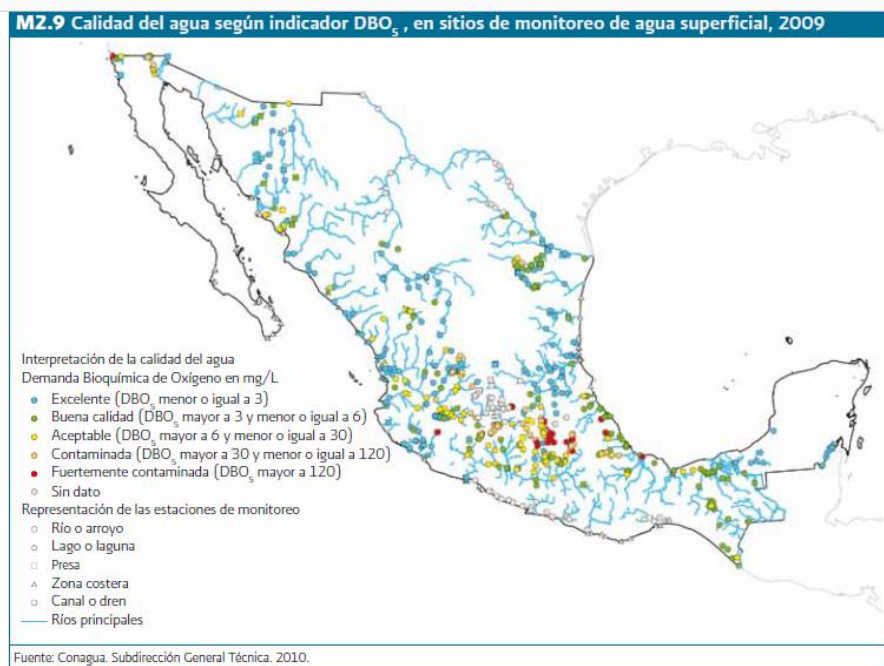


Figura 88. Demanda Bioquímica de Oxígeno (CONAGUA, 2010). Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

**T2.16 Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por RHA de acuerdo al indicador DQO, 2009**

RHA	Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
I Península de Baja California	4.5	0.0	13.6	68.2	13.7
II Noroeste	43.5	17.7	24.2	14.5	0.1
III Pacífico Norte	11.7	41.2	11.8	35.3	0.0
IV Balsas	9.5	21.4	27.4	28.6	13.1
V Pacífico Sur	96.0	0.0	4.0	0.0	0.0
VI Río Bravo	51.6	39.8	1.1	7.5	0.0
VII Cuencas Centrales del Norte	25.0	30.0	45.0	0.0	0.0
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	4.0	17.3	26.7	42.0	10.0
IX Golfo Norte	55.6	22.2	11.1	6.7	4.4
X Golfo Centro	39.6	8.3	22.9	25.0	4.2
XI Frontera Sur	16.6	50.0	13.9	13.9	5.6
XII Península de Yucatán	55.0	30.0	10.0	5.0	0.0
XIII Aguas del Valle de México	4.1	0.0	12.5	29.2	54.2
<b>Total nacional</b>	<b>28.3</b>	<b>22.1</b>	<b>18.6</b>	<b>23.5</b>	<b>7.5</b>

Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

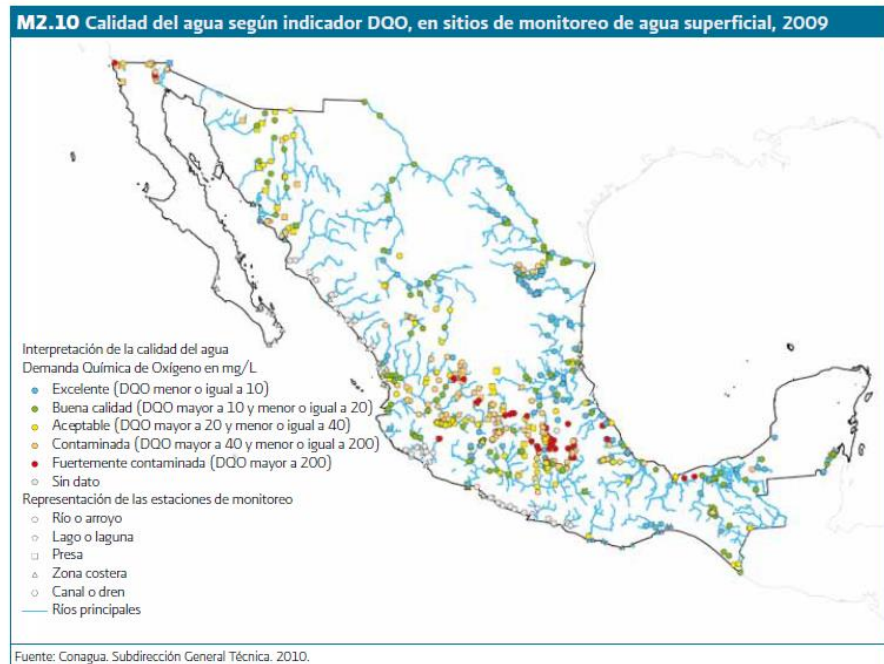


Figura 89. Demanda Química de Oxígeno (CONAGUA, 2010). Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

**T2.17 Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por RHA de acuerdo al indicador SST, 2009**

RHA	Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
I Península de Baja California	68.4	18.5	5.6	5.6	1.9
II Noroeste	69.4	17.7	4.8	4.8	3.3
III Pacífico Norte	41.4	36.6	17.1	4.9	0.0
IV Balsas	35.6	42.9	14.3	6.0	1.2
V Pacífico Sur	32.0	52.0	12.0	4.0	0.0
VI Río Bravo	82.8	12.9	4.3	0.0	0.0
VII Cuencas Centrales del Norte	30.0	40.0	20.0	5.0	5.0
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	35.4	38.4	15.1	7.6	3.5
IX Golfo Norte	51.7	31.0	12.1	5.2	0.0
X Golfo Centro	72.1	14.8	1.9	9.3	1.9
XI Frontera Sur	69.4	30.6	0.0	0.0	0.0
XII Península de Yucatán	95.0	5.0	0.0	0.0	0.0
XIII Aguas del Valle de México	24.0	24.0	20.0	32.0	0.0
<b>Total nacional</b>	<b>53.5</b>	<b>28.9</b>	<b>10.1</b>	<b>5.9</b>	<b>1.6</b>

Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

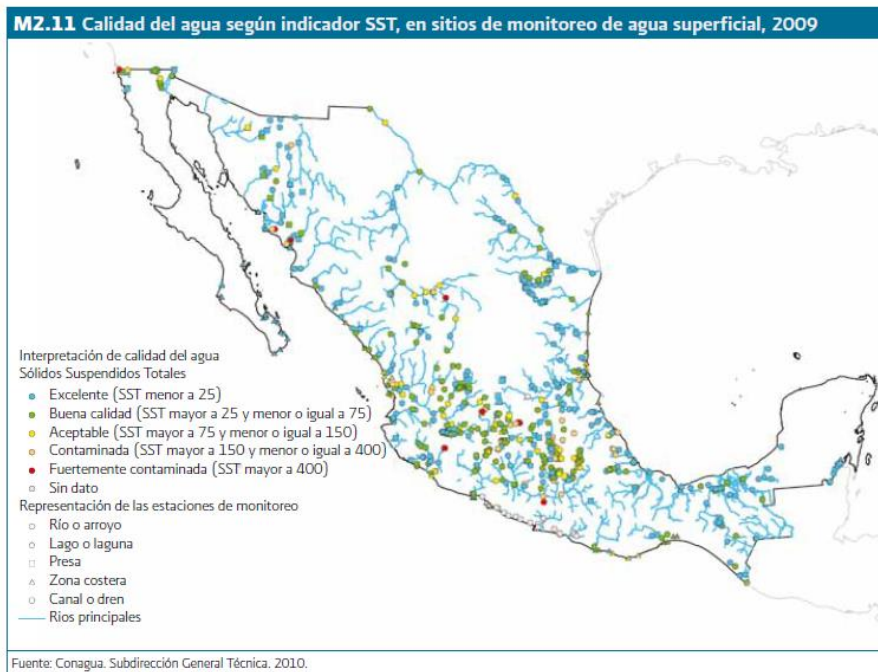


Figura 90. Sólidos suspendidos Totales (SST), (CONAGUA, 2010). Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

Por otra parte, dado que para la ejecución del desarrollo del proyecto se requieren trabajos de remoción de vegetación, obras de cimentación y construcción de losas, es necesario un análisis para determinar si estas actividades representarán una merma en la capacidad de captación de agua en el terreno o en su capacidad de infiltración.

La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra

fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

La captura de agua es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque o selva y que representa la oferta de agua producida por este. El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores como; la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina (Torres y Guevara, 2002).

Es por esto, que a continuación se presenta la estimación del cálculo de infiltración, así como la metodología empleada del agua que se infiltra actualmente y de la que se dejaría de infiltrar después de la remoción de la vegetación forestal.

El coeficiente de escurrimiento se estimó a través de la aplicación del método propuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales.

Este método parte de valores de k, que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso actual. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como suelos semipermeables. Asimismo, el predio en su condición actual será considerado con un uso de Bosque, cubierto en más del 75%, y con la ejecución del proyecto cambiará a zonas urbanas, para la aplicación de medidas se tomará en consideración entre 50 - 75% de cobertura.

A cada uno de ellos le corresponde un valor k, cuyo valor se obtiene aplicando las ecuaciones siguientes:

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de k es menor que 0.15.

$$C_e = K * \frac{(P - 250)}{2,000}$$

Dónde:

C<sub>e</sub> = Coeficiente de escurrimiento anual

k = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Dónde:

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de k es mayor que 0.15.

$$C_e = K * \frac{(P - 250)}{2,000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$

Donde:

C<sub>e</sub> = Coeficiente de escurrimiento



k = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Además de que se debe mencionar que también sólo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2,150 mm anuales.

Para el caso particular del proyecto, se tienen los siguientes datos:

**P** = Precipitación en el sitio, con un valor de 1,331.20 mm anuales.

**K** = Para este caso, se obtuvo un valor que sería el siguiente para cada uno de los ambientes, lo cual puede apreciarse en la tabla que se presenta a continuación:

Valor k de acuerdo con el constante tipo de suelo y uso de suelo. Suelo A. Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos. Suelo B. Suelos semipermeables, tales como arena de mediana profundidad. Suelo C. Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable.

Tipo de suelo			
Cobertura del bosque	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50 - 75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25 – 50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas Urbanas	0.26	0.29	0.33

El coeficiente de escurrimiento se habrá de calcular a partir de estos datos, por lo que ha resultado la siguiente estimación:

Vegetación cubierta más del 75%

$$C_e = 0.16 * \frac{(1,331.2 - 250)}{2,000} + \frac{(0.16 - 0.15)}{1.5} = 0.16 * 0.5406 + 0.006666 = 0.093162$$

Sin vegetación (Zonas urbanas%)

$$C_e = 0.29 * \frac{(1,331.2 - 250)}{2,000} + \frac{(0.29 - 0.15)}{1.5} = 0.29 * 0.5406 + 0.093333 = 0.250107$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{matrix} \text{Volumen anual de} & & ( & \text{Precipitación} & ) * ( & \text{Área de} & ) * ( & \text{Coeficiente} & ) \\ \text{escurrimiento natural} & = & & \text{anual de la} & & \text{afectación} & & \text{de} & \\ \text{Millones de metros} & & & \text{cuenca m} & & \text{Km}^2 & & \text{de} & \\ \text{cúbicos} & & & & & & & \text{escurrimient} & \\ & & & & & & & \text{o} & \end{matrix}$$

El volumen natural de escurrimiento se calculó a partir de estos valores, por lo que se tiene como resultado lo siguiente:

**Vegetación cubierta más del 75%:**  $\text{VolESC} = 1.3312 * 0.006 * 0.093162 = 0.000744 \text{ Mm}^3$

**Sin vegetación (Zonas urbanas%):**  $\text{VolESC} = 1.3312 * 0.006 * 0.250107 = 0.001997 \text{ Mm}^3$

En relación con la infiltración, la norma NOM-011-CONAGUA-2015, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - \text{VolESC}$$

Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés ( $\text{m}^3$ )

P: Precipitación media anual en el área de interés ( $\text{m}^3$ ),

Donde:

P = Precipitación anual (m) \* Superficie del área de interés ( $\text{km}^2$ )

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés ( $\text{m}^3$ )

Por lo que la captación e infiltración del agua en el área solicitada se obtiene lo siguiente.

**Volumen de Infiltración del agua con cobertura forestal** =  $0.007987 - 0.000744 = 0.007243 \text{ Mm}^3$ .

**Volumen de Infiltración del agua sin cobertura forestal** =  $0.007987 - 0.001997 = 0.005990 \text{ Mm}^3$ .

Para poder determinar que no se pone en riesgo y que se mitigará el servicio ambiental hidrológico relacionado con la provisión de agua en cantidad, a continuación, se presenta un análisis de la cantidad de agua en ( $\text{m}^3/\text{año}$ ) que es captada en la superficie aprovechar actualmente con vegetación y de aquella que puede ser captada si se encontrará sin vegetación, considerando que únicamente se pretende el aprovechamiento del 5.5% de la superficie total del sitio del proyecto.

- 1. Infiltración con cobertura vegetal.** Mediante la fórmula de aplicación de infiltración Aparicio (2006):  $I = P - \text{VolEsc}$ . De acuerdo con los resultados obtenidos actualmente para del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya donde se pretende el CUSTF en las 0.632 hectáreas, superficie conformada con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) se logra infiltrar agua al suelo y subsuelo aproximadamente la cantidad de **7,243  $\text{m}^3/\text{año}$** .
- 2. Infiltración sin vegetación cobertura vegetal.** De acuerdo con los resultados obtenidos, al convertirse la superficie en zona urbana recordando que se utilizó el peor escenario posible (removiendo toda la vegetación para el área de CUSTF) la infiltración en el sitio del proyecto sería de **5,990  $\text{m}^3/\text{año}$**  por lo que disminuirá su captación de agua en un 17.3% menos de lo que teóricamente se captaría con la cobertura vegetal.
- 3. Infiltración con acciones de mitigación.** Como medida de mitigación el proyecto mantendrá 78.8% de su superficie en condiciones permeables (9.06 ha) permitirán la infiltración de un volumen aproximado de **103,802  $\text{m}^3/\text{año}$** .

Con estas consideraciones, el análisis permite concluir que la ejecución del proyecto no alterará de manera significativa la captación de agua en el sitio del proyecto por efecto del CUSTF; no comprometerá la cantidad del agua disponible en el SA o en la cuenca o su calidad; y que se mantendrá el porcentaje de infiltración del agua al suelo y subsuelo en sitio del proyecto.

No debe perderse de vista que por diseño de proyecto se pretenden llevar a cabo las medidas de prevención y mitigación para la no afectación de la calidad y cantidad del agua, que se presentan en el apartado VII.

Con la implementación de las medidas que se presentan en la sección VII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales se puede concluir que el proyecto no será una fuente generadora de agentes potencialmente contaminantes para el acuífero, y no ocasionará la intrusión de la cuña salina, por lo que el cambio de uso de suelo propuesto para el establecimiento del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya no pone en riesgo la calidad del agua; y garantiza la continuidad de los procesos de infiltración del agua de lluvia al subsuelo ya que la disminución en su captación se mitigará en un 100%.

### VI.3. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Con base en la información técnica presentada en este estudio, se presenta un análisis de la vegetación según su composición florística con el objetivo de evaluar el efecto de la diversidad, estructura y composición de la flora del área sujeta a cambio de uso de suelo con la vegetación que permanece en el sistema ambiental definido para este estudio. Para el análisis de la composición florística se utilizaron ocho sitios de muestreo (800 m<sup>2</sup>), del inventario forestal realizado en la superficie de cambio de uso de suelo forestal, de la misma manera para el área del sistema ambiental se obtuvo una muestra testigo de ocho sitios de muestreo de 100 m<sup>2</sup> en total una intensidad de 800 m<sup>2</sup>, en todos los sitios de muestreo la vegetación corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. La superficie de las selvas altas y medianas es muy amplia en el estado, la cual es de 2,891,578.75 ha, que representan 64.9 % de la totalidad de la superficie del estado de Quintana Roo, incluye la vegetación de: selva alta subperennifolia (SAQ), selva mediana subperennifolia (SMQ) y selva mediana subcaducifolia (SMS). La mayoría de los municipios presentan este tipo de vegetación, destacando por su abundancia.

Para analizar si la ejecución del cambio de uso del suelo ocasionará un grado de afectación al servicio ambiental de protección a la biodiversidad de los ecosistemas, se realizaron las siguientes consideraciones. El área del proyecto existe un reducido número de especies con respecto al reconocido para toda la Península y el Estado de Quintana Roo, esto es reflejo de la relación especie-área. Por tal motivo, la valoración sobre que el cambio de uso de suelo en terrenos forestales tendrá una afectación reducida sobre la riqueza de flora; lo cual no sólo se motiva por el bajo número de especies registradas, sino en dos hechos fundamentales:

- 1) En el Estado de Quintana Roo existen pocas especies endémicas; no se presentan especies restringidas; todas las especies tienen intervalos de distribución amplios; las especies registradas también están presentes en muchos otros sitios de la Península de Yucatán y del Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación e incluso en hábitats inducidos.
- 2) **La superficie que será sometida a cambio de uso del suelo (0.632 ha), representa únicamente el 0.000002% de las selvas altas y medianas subperennifolia primarias y secundarias del Estado**

**(2,891,578.75 hectáreas que representan el 64.9% de la superficie estatal del estado de Quintana Roo.** Fuente: IEFYS\_Quintana\_Roo\_2013) y el 0.1% de la superficie del sistema ambiental definido.

Estas cifras muestran, junto con los mapas de distribución de los tipos de vegetación del Estado de Quintana Roo, que el cambio de uso de suelo en terrenos forestales tampoco se realizará sobre una comunidad vegetal única, en riesgo o relicto y que tampoco es vegetación poco representada en el Estado como el popal, el tatistal y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz, 2011; Thomassiny y Chan, 2011).

Del inventario forestal podemos señalar que en el área de CUSTF del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya se registraron 33 especies de flora que representan el 1.4% del total registrado para la Península de Yucatán con 2,300 especies de flora y el 1.8 % del Estado de Quintana Roo con 1,800 especies (Valdez-Hernández e Islebe, 2011).

En el área para el cambio de uso de suelo, **se identificaron en total 33 especies de flora.** Se encuentran agrupadas en 25 familias, de las cuales la Fabácea y la Arecaceae son las más abundantes con tres especies identificadas en cada una. La mayoría de las especies identificadas presentan una forma de vida arbórea con 24 especies registradas, dos especies de forma de vida arbustiva, tres especies herbáceas, tres palmas y una epífita. **Se reporta la presencia de una especie enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la Palma Chit (*Thrinax radiata*)** misma que encabeza la lista de las especies que serán rescatadas y reubicadas, por lo que no se comprometen sus poblaciones y por si fuera poco se han considerado acciones preventivas y de mitigación para reducir aún más una posible afectación. Todas las especies registradas en el área de CUSTF se encuentran ampliamente distribuidas en el sistema ambiental, en el Estado de Quintana Roo y en la Península de Yucatán.

En el sistema ambiental **se registraron 95 especies de flora** de las cuales 60 especies son árboles, 15 son arbustivas, 11 herbáceas, cinco palmas, tres epifitas y un bejuco. Estas especies se encuentran agrupadas en 41 familias, de la cual la Fabáceas es la más abundante con 16 especies identificadas. En este sistema ambiental se identificaron 8 especies protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que son *Beaucarnea plibilis*, *Coccothrinax readii*, *Thrinax radiata*, *Cedrela odorata*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa* que se reportan con la categoría de Amenazadas o Protección Especial.

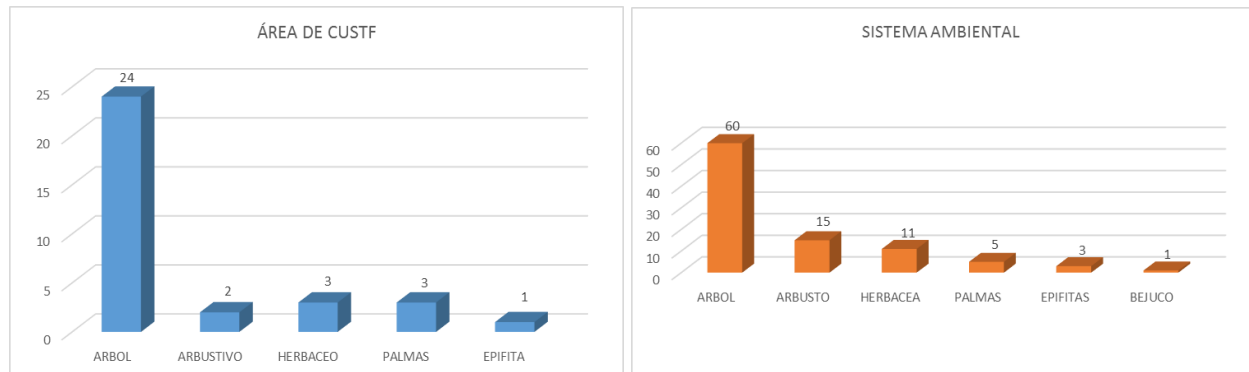


Figura 91. Comparativo de la riqueza de la vegetación presente en el área de CUSTF y SA.

La comparación del número de individuos por familia taxonómica permite establecer una clara dominancia de la familia Fabáceas en ambos ecosistemas (sitios), con un total general de tres registros en el área de

CUSTF, siendo más abundantes en el ecosistema del sistema ambiental con 16 registros y en segundo lugar de importancia se destaca la familia Arecaceae, de los cuales tres se reportaron en la superficie propuesta de CUSTF y cinco registros en el sistema ambiental, asimismo tenemos a la familia Moraceae con cinco registros. Estas familias representan altos porcentajes del total de individuos inventariados. En la siguiente figura se puede observar la composición florística en el área de CUSTF y SA.

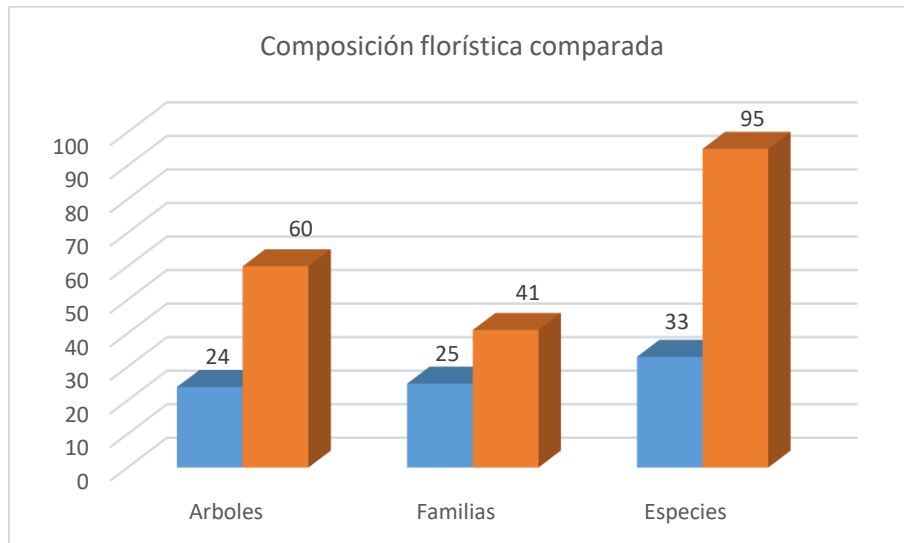


Figura 92. Composición florística para el SA y la SCUSTF. En azul se presentan los datos de la SCUSTF y en naranja se señalan los datos registrados para el SA.

**Análisis de similitud de Sorensen.** Con objeto de determinar si el CUSTF que se propone compromete la biodiversidad en el sistema ambiental definido, se utilizó el análisis de similitud de Sorensen para comparar la diversidad florística entre el sitio de interés y otro sitio (sitio de referencia) con el mismo tipo de vegetación (vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia) ubicado dentro del sistema ambiental definido para el proyecto. La hipótesis es que, si ambos sitios presentan una similitud elevada entre sí, la pérdida de la vegetación en uno de ellos está respaldada por la conservación de la cobertura en el otro y por ende la biodiversidad no sería comprometida<sup>30</sup>. **El sitio A corresponde al SA y el sitio B al área de CUSTF** ambos con el mismo tipo de vegetación correspondiente a vegetación secundaria selva mediana subperennifolia en recuperación.

<sup>30</sup> Para llevar a cabo la comparación entre el área de CUSTF y el SA se utilizaron 8 sitios de muestreos para el análisis comparativo.



Figura 93. Localización de los sitios de muestreo para el análisis comparativo de la riqueza florística.

El Índice de Sorensen se habrá de calcular a partir de los siguientes datos:

Formula del Índice de Sorensen

$$QS = \frac{2C}{A + B} = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

Dónde:

A: Número de especies en el sitio A: 24

B: Número de especies en el sitio B: 13

C: Número de especies presentes en ambos sitios, A y B: 13

Por tanto, sustituyendo en la fórmula se tiene que el índice de similitud es:

$$QS = \frac{2(13)}{(24 + 13)} \times 100 = 0.702 \times 100 = 70 \%$$

**El análisis indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es de 0.702 (70% de similitud), o sea, más cercana a uno que a cero, por lo que se garantiza el mantenimiento de la riqueza de**

las especies de flora de vegetación secundaria de selva mediana, ya que en caso que tenga lugar el desmonte en el sitio del proyecto, la representatividad específica está garantizada en el sistema ambiental, al conservarse en el sitio de referencia, considerando que las especies se distribuyen ampliamente dentro y fuera del sistema ambiental.

El muestreo realizado en este trabajo se considera aceptable, puesto que según la comparación entre el ensamble identificado respecto al esperado conforme a la prueba de similitud muestra que los promedios de las variables tienen mayor similitud entre las unidades de selva del área de CUSTF y entre las unidades del SA.

El muestreo de la vegetación alcanzó una similitud del 70% de eficiencia dado que, el 100% de las especies registradas en el sitio de referencia (SCUSTF) también fueron registradas en el polígono del SA. La altura y la cobertura del dosel de la vegetación de selva fue parecida entre las unidades de selva del área de CUSTF respecto a las correspondientes unidades del SA, así como también la densidad de árboles y la densidad de arbustos.

#### VI.4. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA

Para analizar si la ejecución del CUSTF ocasionará efectos significativos al sistema ambiental, se debe exponer la biodiversidad existente dentro del sistema ambiental. De esta manera, la diversidad faunística dentro del área de CUSTF y por consiguiente el predio se encuentra conformada por **24 especies de fauna silvestre de las cuales, 18 son aves, tres mamíferos y tres reptiles no se registraron anfibios**. La mayoría de estas especies tienen una distribución muy amplia dentro de la Península y algunas incluso a nivel de nacional.

Las especies no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que, dentro del sistema ambiental conformado por el mismo tipo de ecosistema, de acuerdo con los resultados obtenidos durante los recorridos se registraron **51 especies de fauna, con 38 aves, siete especies de mamíferos, cinco especies de reptiles y un anfibio**. Por otro lado, los resultados del Programa de ordenamiento ecológico del municipio de Solidaridad en cuanto a fauna terrestre de ambientes selváticos son más concluyentes contando con: cinco anfibios, 26 reptiles, 368 aves y 41 mamíferos.

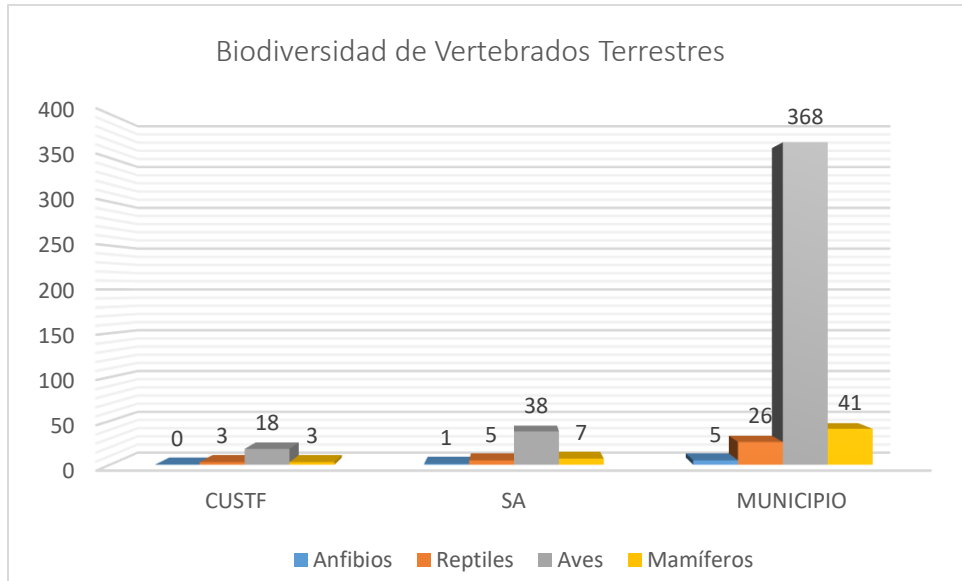


Figura 94. Composición faunística comparada para el área de CUSTF, el SA y el municipio de Solidaridad.

La presencia de 24 especies de fauna representa el 3.1% reconocido para la Península de Yucatán y hasta 3.7% para el Estado de Quintana Roo, respectivamente (Pozo, 2011). Esta reducida representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto con respecto a la reconocida para la Península de Yucatán y el Estado de Quintana Roo (Cuadro 97).

Cuadro 97. Número de especies de vertebrados terrestres reconocida para la Península y Estado de Quintana Roo. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa la riqueza específica presente en el área de CUSTF del proyecto.

Grupo	Península de Yucatán	Estado de Quintana Roo
Anfibios	43 (0%)	22 (0%)
Reptiles	139 (2.1%)	106 (2.8%)
Aves	528 (3.4%)	483 (3.7%)
Mamíferos terrestres	45 (6.6%)	40 (7.5%)

La mayoría de las especies fueron registradas en ambos sitios y varias de las especies identificadas están adaptadas a las condiciones que se presentan en los alrededores de las áreas urbanizadas compuesta de infraestructura urbana, por lo tanto, se confirma la hipótesis de que el cambio de uso de suelo tendrá un efecto reducido sobre la biodiversidad de la fauna silvestre dentro del sistema ambiental.

En lo que se refiere a las especies de fauna enlistadas la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se observaron tres especies de fauna en el predio, dos aves y un reptil, las cuales recibirán atención especial y el mayor esfuerzo de protección durante la aplicación del Programa de Rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto con lo que se espera evitar la captura, daño o muerte de los individuos presentes.

En el caso del reptil *Ctenosaura similis* se advierte que dicha especie tiene una amplia distribución regional, de acuerdo con Ramírez Bautista y Arizmendi (2004) se distribuye en los Estados de Campeche, Chiapas,



Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán; si bien su distribución alcanza hasta Panamá.



Figura 95. Distribución conocida de la especie *Ctenosaura similis*.

El estado silvestre de las aves *Eupsittula nana* y *Amazona albifrons*, se encuentran prácticamente en cualquier tipo de ecosistema como: zonas agrícolas, selvas medianas y baja subperennifolias, caducifolia y mediana subcaducifolia, manglares, etcétera. En México, se distribuyen principalmente en la península de Yucatán, Oaxaca, Chiapas y Veracruz.

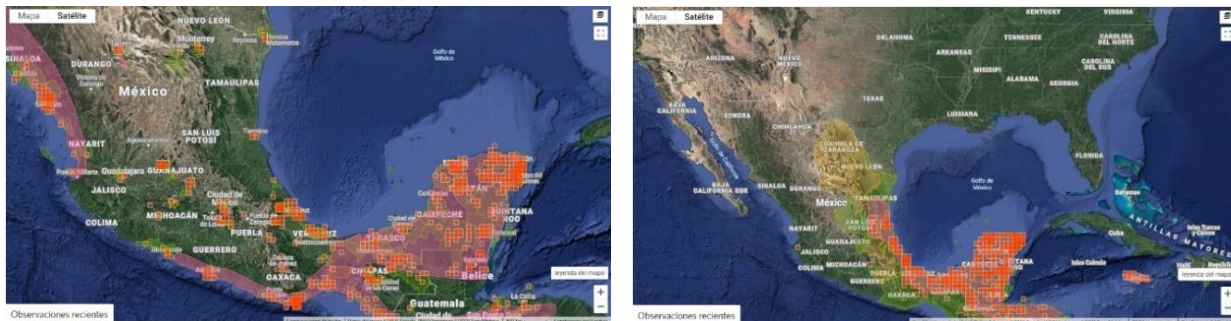


Figura 96. En la imagen de la izquierda se presenta la distribución conocida de la especie *Amazona albifrons*, en tanto que del lado derecho se presenta la distribución de *Aratinga nana*.

Finalmente considerando los datos presentados en los párrafos que anteceden, se puede asumir que la fauna localizada en el área propuesta de aprovechamiento también la podremos encontrar en el sistema ambiental definido y fuera de éste. Aunado a las medidas de prevención y mitigación se pretende aplicar el Programa de desempeño ambiental, Programa de rescate y reubicación de flora y Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre.

Es muy importante mencionar que el sitio del proyecto se localiza dentro de un sistema ambiental donde ya existen algunos desarrollos inmobiliarios (turísticos), es decir, se encuentra parcialmente impactada por la presencia de humanos, por lo cual la riqueza de especies de fauna tiende a ser baja, compuesta por especies que toleran y se ven favorecidas por los desperdicios de éstos, en especial para el caso de los reptiles y mamíferos, no así para las aves que por su facultad de poder volar utilizan el sitio como punto

de interconexión con otros espacios arbolados, en busca de alimento, reposo y en algunos casos para anidación.

Como resultado del análisis de las características de las especies de flora y fauna silvestres y su distribución, así como de la extensión y ubicación, se concluye que la ejecución del cambio de uso del suelo que se solicita no tendrá implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad del sistema ambiental definido para el proyecto, debido a que la biodiversidad que existe en dicho predio y del área de CUSTF es reflejo de la que existe en toda la región, esto es válido tanto para la flora como para la fauna silvestre.

#### VI.5. ANÁLISIS DE LA CAPTURA DE CARBONO

Para el cálculo del contenido de carbono en la superficie forestal donde se efectuará el cambio de uso de suelo se optó por utilizar el método propuesto por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (Ordoñez, 2001), el cual utiliza como base las existencias reales totales. Estimación de materias primas forestales que se removerán en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, así como el factor de densidad de las especies y el factor de captura de carbono.

La mayor parte de los procesos productivos, el transporte y los sistemas domésticos dependen de la energía derivada de los combustibles fósiles. Una consecuencia del uso de los combustibles fósiles es la emisión de gases contaminantes, principalmente dióxido de carbono. La emisión global del uso de dichos combustibles se ha incrementado en 3.5 veces desde 1950, y actualmente el volumen de emisiones se ubica en alrededor de 6.2 billones de toneladas por año. En este contexto se ubica la causa principal del incremento en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, desde que ocurrió la revolución industrial.

La segunda causa del proceso de acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera es el cambio de uso del suelo. La deforestación anual se calcula en 17 millones de hectáreas, lo que significa una liberación anual de cerca de 1.8 billones de toneladas de carbono por año; es decir, cerca del 20% del total de las emisiones antropogénicas.

Por otro lado, toda la vegetación asimila CO<sub>2</sub> atmosférico, por medio del proceso fotosintético (el cual se realiza en las partes verdes de las plantas, al formar carbohidratos para vivir y crecer. Los árboles en particular asimilan y almacenan grandes cantidades de carbono durante toda su vida. Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% de flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra. Por ello, con el manejo de la vegetación natural se pueden compensar las crecientes emisiones de CO<sub>2</sub> en dos formas:

1. Al establecer nuevos reservorios de bióxido de carbono, incrementando la biomasa de material maderable tanto por medio del crecimiento de árboles como por la extracción de madera. Para lograr mayor efectividad en el proceso de almacenamiento de carbono en el largo plazo, la madera extraída debería convertirse en productos durables. Una vez que el árbol ha alcanzado su madurez, el carbono acumulado se mantendrá almacenado, pero el área muy pronto actuará como reservorio, debido a que el proceso de respiración y oxidación en un bosque maduro generalmente alcanza un balance por el efecto fotosintético. En el largo plazo, el carbono capturado tanto en sistemas forestales como en sistemas agroforestales puede alcanzar entre 80 y 350 toneladas de carbono por hectárea (tC/ha).
2. Con la protección de los bosques y suelos naturales que almacenan carbono. Cuando se destruye el bosque, entre 50 y 400 tC/ha pueden ser liberadas a la atmósfera. Conservar los almacenes de carbono

puede ser un camino válido para mitigar la emisión. En este contexto los procesos de almacenaje son válidos sin son de largo plazo. Mientras que la protección de las áreas forestales puede inducir la presión en otra, se requieren esquemas integrados de manejo de recursos, enriquecidos con esquemas de evaluación de proyectos para validar dicha protección.

La fijación de carbono y su almacenamiento en forma de biomasa es una labor importante del metabolismo vegetal. En México, existen estimaciones sobre el potencial de captura de carbono empleando diferentes supuestos. Por ejemplo, se ha estimado de 35 a 54 millones de toneladas de carbono por año si se mantuvieran las áreas naturales protegidas durante un período de 100 años (Bellón *et al.*, 1993). Otros han calculado la pérdida de carbono por cambio de uso del suelo en selvas bajas y medianas en 91.25 toneladas de carbono por hectárea (tC/ha) al convertirlas para la agricultura (Adger *et al.*, 1995). Incluso se ha sugerido que 6.1 millones de hectáreas de bosques y selvas tienen un potencial de capturar entre 348.3 a 714.9 millones de toneladas de carbono (Trexler y Haugen, 1995).

En Quintana Roo, se ha estimado la captura de carbono para las selvas presentes en la entidad, en una magnitud de 1,858,724 toneladas de CO<sub>2</sub> por año (Torres y Guevara, 2002). Considerando que el Estado tiene una superficie de 50,843 km<sup>2</sup> de los cuales 67.44% es ocupada por selvas (alta y mediana subperennifolia; mediana caducifolia y subcaducifolia; baja caducifolia y subcaducifolia y baja subperennifolia) (Thomassiny y Chan, 2011), es posible que se capture aproximadamente 54.20 toneladas de CO<sub>2</sub> al año/km<sup>2</sup>.

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil y costosa, ya que, dependiendo del tipo de suelo, se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986).

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto (volumen del árbol en m<sup>3</sup>), este se realizó mediante el método IPCC (*Panel Intergubernamental de Cambio Climático*), (Ordoñez, 2001), como se indica en la fórmula siguiente:

$$CCC = Vr * Fd * FCC$$

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

Vr= Volumen real en m<sup>3</sup>

Fd= Factor densidad = 0.60 (Ordoñez, 2001).

FCC= Factor de captura de carbono = carbono 0.45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)

Para el cálculo, primero se determinó el área basal de cada uno de los árboles con DAP mayor o igual a 3 cm que fueron registrados durante el inventario forestal, considerando que el área basal (AB) es la sumatoria de las áreas transversales (área del tronco a 1.30 m de altura) de todos los árboles con un diámetro mayor o igual a 3 cm existentes en una hectárea (se expresa en m<sup>2</sup>/ha).

Como las fórmulas utilizadas estiman volumen de fuste total (VFT). Para obtener el Volumen Total Árbol (VTA), al VFT se multiplica por el factor de conversión de 1.401 (Martin, 1988), que permite estimar el Volumen Total del Árbol. En el siguiente Cuadro 98 se presentan los resultados de la estimación por hectárea del área basal y volumen de las especies que serán afectadas con el cambio de uso de suelo.

Cuadro 98. Área basal y volumen total árbol.

Nombre científico	Nombre común/clave	AB/ha	VTA/ha
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	0.541	2.572
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	0.452	2.695
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	0.908	6.354
<i>Calypttranthes pallens</i>	Chacni	0.038	0.153
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	12.626	89.806
<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	0.028	0.402
<i>Cupania dentata</i>	Cude	0.177	1.024
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	0.028	0.116
<i>Eugenia axilaris</i>	Eugenia	0.028	0.065
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	0.511	2.804
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	3.100	18.106
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	0.165	0.848
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	2.342	13.796
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	0.309	1.774
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	0.456	2.943
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	0.429	2.599
<i>Diospyros verae-crucis</i>	Uchuche	0.050	0.339
<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	0.154	0.988
<i>Hamelia patens</i>	Xkanan	0.050	0.108
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	0.104	0.539
<b>Total</b>		<b>22.498</b>	<b>148.031</b>

Los valores obtenidos siguiendo el método anterior se presentan en la siguiente tabla.

Cuadro 99. Cálculo de captura de Carbono.

Clasificación	Volumen Total Árbol (m <sup>3</sup> /Ha)	Factor de densidad	Factor CO <sub>2</sub>	Captura de Carbono (t)
Latifoliadas	148.03	0.60	0.45	39.96

Como resultado del cálculo de carbono almacenado por la vegetación presente en el área del proyecto y sus alrededores se tiene la fijación media anual es de 39.96 ton/ha, es la cantidad de carbono que se ha almacenado por hectárea en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en el área donde se pretende remover la vegetación. Considerando lo anterior se estimada que en las 0.632 hectáreas que se solicita el CUSTF se encuentran fijadas 23.96 toneladas de carbono que están almacenadas en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Por otra parte, considerando las presiones a las que se encuentra sometido este predio por la expansión de desarrollos, por las dimensiones del proyecto y su influencia en el sistema ambiental, se considera que el impacto sobre este servicio ambiental será puntal, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas de forma correcta.

Por otra parte, se deber citar que la vegetación que sea derribada en ninguna circunstancia deberá ser quemada, ya que por este concepto se devolvería a la atmosfera el carbono capturado. Por lo que, en este caso, se deberá triturar e integrar a las áreas verdes naturales y ajardinadas para que el carbono se fije en el suelo y pueda ser absorbido por las plantas e integrarse de manera natural a la nueva biomasa. Considerando lo anterior, se tiene que la integración de áreas verdes ajardinadas y zonas de reforestación representa una acción positiva que contribuirá a la mitigación de las afectaciones a la captura de carbono por el desarrollo del proyecto.

De lo anterior, se estima que el presente proyecto afectará de manera puntual la captación de CO<sub>2</sub>, y su impacto será mínimo, puntual y reversible. Por otra parte, se confirma que en la zona no existen ni el proyecto plantea el establecimiento de fuentes fijas emisoras de contaminantes a la atmósfera. Además de que no hay una industria establecida en el área. **Por lo tanto, se confirma que las afectaciones que se habrá de generar son de carácter limitado, temporal y poco significativo por lo que en realidad habrán de quedar referidas a las mismas emisiones de contaminantes que ya existen actualmente en los alrededores de las manchas urbanas (Playa de Carmen y Puerto Morelos) y que consisten en los gases y humos del parque vehicular que circula a lo largo de vialidades y carreteras.**

Sin embargo, dentro de la totalidad del predio se pretende conservar 7.62 hectáreas lo que podría inferir a la mitigación de un coeficiente de carbono integrado al proyecto a largo plazo. Además, al considerar la continuidad de la contribución de la vegetación remanente en el sistema ambiental de este proyecto se garantiza el mantenimiento de este servicio ambiental por lo que se concluye que el proyecto no pone en riesgo este servicio ambiental y si contribuye, ya que garantiza que dentro del mismo predio se conservará vegetación en el 66.4% de la totalidad de este.

#### VI.6. ANÁLISIS QUE DEMUESTRE QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE SUELO SE MANTENGA

Wilson (1988) refiere que la biodiversidad o riqueza biológica es patrimonio de la humanidad, ya que tiene como característica su singularidad e irrepitibilidad en cada lugar, región o continente y, en última instancia, de todo el planeta. Si aceptamos que la biodiversidad es una propiedad de los seres vivos y, por tanto, algo más que el número de especies en un tiempo y lugar, hemos de plantearnos cómo medirla para averiguar cuál es el estado de los procesos ecológicos que tienen lugar y si es posible la aplicación de medidas que permitan detener y corregir los procesos de deterioro a que estén sometidas, hasta lograr la rehabilitación de las interrelaciones funcionales que permitan el derecho a un ambiente sano.

#### VI.6.1 Análisis de flora silvestre

**Análisis de la flora silvestre.** A continuación, se presenta el análisis que demuestra que la biodiversidad que se pudiera ver afectada por el cambio de uso de suelo se mantendrá. El análisis se basa en la comparación de las estimaciones generadas con el apoyo del inventario forestal en el SA y en el sitio del proyecto (CUSTF), de manera general se puede determinar que en ambos casos predomina una vegetación similar correspondiente a selva mediana subperennifolia en estado secundario, ya que se observaron evidencias de afectaciones por actividades humanas y meteorológicas. Por lo tanto, es importante resaltar que, tomando en cuenta los parámetros dasométricos, la composición de especies y la estructura de la vegetación antes descrita en este estudio, la comunidad vegetal de estudio no se puede catalogar como en buen estado de conservación sino en proceso de recuperación.

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001).

En cuanto al tipo de vegetación que se localiza en el área de CUSTF, es la misma que se puede encontrar en gran parte del predio y en gran parte del sistema ambiental definido para el estudio y corresponde a una vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) con una riqueza de 33 especies identificadas, agrupadas en 25 familias, de las cuales las Fabáceas (leguminosas) y Arecaceae (palmas) son las que más abundan con 3 especies identificadas cada una. La forma de vida de las especies registradas corresponde a: arbórea con 24 especies registradas, 2 especies de forma de vida arbustiva, 3 especies herbáceas, 3 palmas y 1 epífita. Únicamente se registró una especie enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la Palma Chit (*Thrinax radiata*) que se cataloga con la categoría de Amenazada.

Por su parte en el sistema ambiental definido para el proyecto que incluye varios tipos de ecosistemas se identificaron 95 especies, de las cuales 60 especies son árboles, 15 son arbustivas, 11 herbáceas, 5 palmas, 3 epifitas y 1 bejuco. Estas especies se encuentran agrupadas en 41 familias, de las cuales la Fabáceas es la más abundante con 16 especies identificadas. En este sistema ambiental se identificaron 8 especies protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que son *Beaucarnea pliabilis*, *Coccothrinax readii*, *Thrinax radiata*, *Cedrela odorata*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa* que se reportan con la categoría de Amenazadas o protección especial.

Tanto en el área de CUSTF como en el sistema ambiental definido se llevó a cabo el muestreo de 8 sitios para cada área, lo anterior con la finalidad de realizar la comparación y análisis de la riqueza florística y demostrar que la diversidad de flora se mantendrá, aunque se lleve a cabo la remoción de la vegetación en el área solicitada, a continuación, se presentan la distribución de los sitios de muestreo Figura 97.



Figura 97. Localización de los sitios de muestreo para el cálculo de los valores de biodiversidad.

**Análisis el índice de Shannon-Wiener.** Otra manera de aproximarse a la valoración de la conservación de la biodiversidad es mediante la estimación de la diversidad real (H) y la máxima posible (H<sub>max</sub>) de una comunidad hipotética con el mismo número de especies mediante el índice de Shannon-Wiener, del cual también se deduce la equitatividad de las especies en el ecosistema.

Para el análisis comparativo se optó por el índice de Shannon-Wiener el cual se utiliza para cuantificar la biodiversidad específica del ecosistema en estudio. 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 oscila entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. Dentro del análisis se incluye el Índice de Equidad de Pielou, que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, representado por la letra E. Su valor va de 0 a 1, de forma tal que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes, en caso contrario indica que existe dominancia de una o más especies respecto al total de especies registradas.

Fórmula para calcular el índice de Shannon Wiener (H'):

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

Donde:

H'= contenido de la información de la muestra.

Pi=proporción de la muestra que pertenecen a la especie i.

Índice de Equidad de Pielou.

$$E= H/H_{max}$$

Donde:

E=Equidad

H=Diversidad de especies

Hmax= Diversidad de especies máxima= logS

Respecto a la riqueza de la flora se observa una similitud en ambos sitios, en donde el mayor número de especies se encontró en el estrato arbustivo, seguido del arbóreo y al último el herbáceo. Se puede observar que el número de individuos por estrato varía de un sitio a otro, lo cual resulta normal y es resultado de la peculiaridad de cada sitio muestreado y no significa que sean comunidades diferentes.

En relación con el índice de Equidad, **la flora del predio testigo (sistema ambiental)** presente en los tres estratos –herbáceo, arbustivo y arbóreo- se estimó alejada 1 (E=0.15, E=0.63, E=0.61) respectivamente- lo cual significa que la distribución de las especies podríamos establecerla como heterogénea. Lo anterior debido a la abundancia de dos especies siendo está el Chechen en el estrato arbóreo y la Palma Chit en los estratos arbustivo y herbáceo. Para **la flora del área de CUSTF** varía un poco donde la equitatividad del estrato herbáceo fue un poco más homogénea de E=0.87 y en los estratos arbustivo fue de E=0.55 y arbóreo E= 0.68 considerado poco homogénea por las mismas razones mencionadas para el caso de los estratos arbóreo y arbustivo del SA.

En cuanto a la diversidad señalada como valor H nos muestra que la vegetación en ambos sitios es muy parecida y dicho valor está dado por la estructura de la comunidad conformada por individuos característicos de vegetación secundaria de las selvas en recuperación.

En cuanto a índice de diversidad (H) los valores obtenidos en el área de CUSTF y en el SA para los tres grupos/estratos son muy pobres y similares debido a la semejanza de la estructura de la vegetación de los sitios analizados. Véase Cuadro 100.

*Cuadro 100. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estrato.*

Sitio	Estrato	Riqueza	H	Hmax	Equitabilidad
Área sujeta a CUSTF	Herbáceo	6	1.57	1.79	0.87
	Arbustivo	13	1.41	2.56	0.55
	Arbóreo	14	1.81	2.64	0.68
Sistema ambiental	Herbáceo	2	0.11	0.69	0.15
	Arbustivo	9	1.38	2.20	0.63
	Arbóreo	7	1.18	1.95	0.61



Por último, haciendo un análisis comparativo de los valores promedio de diversidad de la flora obtenidos entre los sitios testigo del sistema ambiental y la superficie de CUSTF, y tomando en consideración el primer atributo de la biodiversidad, la composición, resulta que la flora del sistema ambiental y la superficie de CUSTF presentan índices de diversidad muy cercanos entre ellos, en donde se puede observar que la vegetación la composición florística es de normal a baja.

*Cuadro 101. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener, valores promedio.*

Sistema ambiental	Superficie de CUSTF
Índice de diversidad	Índice de diversidad
Hmax = 1.61	Hmax = 2.33

**Índice de Valor de Importancia Relativa (VIR).** Este índice define el peso específico de cada especie en el carácter y estructura de un ecosistema, ha sido ampliamente utilizado en los estudios forestales; en este caso se compara el VIR del sistema ambiental con el VIR del área de CUSTF, donde se puede observar que en ambos sitios se presenta una composición florística parecida, ya que como se ha mencionado con anterioridad prácticamente todas las especies que se localizan en un sitio muestreado se encuentran también en el otro, aun y cuando no hayan aparecido en los muestreos de referencia considerando que ambos sitios se localizan dentro del mismo tipo de vegetación correspondiente a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y esta se extiende en todo el sistema ambiental definido.

Cabe recordar que el índice de valor de importancia (VIR) es una medida del valor de las especies, que se basa en tres parámetros: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El VIR es la suma de los tres parámetros y revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal, éste es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

En relación con los valores de importancia relativa como conclusión de la comparación de los resultados obtenidos en la superficie propuesta de CUSTF contra lo obtenido en el SA, se pudo analizar que, aunque no todas las especies en el área de interés se encuentran en los sitios testigo del sistema ambiental, durante los recorridos de campo si fueron observadas y registradas en el sistema ambiental definido. Enseguida se presentan los resultados por estrato.

El primero grupo (herbáceo) está conformado por las especies con los valores de importancia relativa más altos registrados en ambos sitios. Este grupo de especies por ser abundantes y frecuentes son las que presentan menos riesgo ante la afectación por la remoción de la vegetación en el área propuesta.

En el segundo grupo (arbustivo) de especies se incluyen las que se registraron en el sistema ambiental pero que no fueron registradas en el área de CUSTF, en este caso el razonamiento es que tampoco resulten en riesgo por la remoción de la vegetación en el área de CUSTF.

Mientras que en el tercer grupo se incluyen las especies que se registraron en los sitios de muestreo del área de CUSTF pero que no aparecieron en los sitios de muestreo del sistema ambiental. En este caso como medida preventiva ante posibles riesgos de afectación por la remoción de la vegetación se propone recolectar propágulos de las especies que no se registraron en ninguno de los estratos del SA para reproducirlos en el vivero y posteriormente incluirlos en el Programa de restauración del proyecto.

Los resultados obtenidos en cada uno de los sitios de muestreo señalan los valores obtenidos de acuerdo con el número de muestras en cada caso, 8 sitios en la superficie de CUSTF y 8 sitios en el SA, así como en la riqueza de especies registrada en cada caso, por lo que una especie determinada puede tener un valor de importancia alto en un sitio y bajo en el segundo, aun así, la comparación nos da una idea del valor de las especies en la estructura y composición de la comunidad vegetal que en ambos casos corresponde a una vegetación de selva mediana subperennifolia en estado secundario.

También es importante señalar que algunas especies sólo se registraron en un sitio, esto es debido a las características intrínsecas de cada lugar. Se debe recordar que la distribución de las especies en el medio natural no es precisamente homogénea y depende de muchos factores.

**Grupo/Estrato herbáceo.** En cuanto a los valores obtenidos se observa que la riqueza de especies registrada en ambos sitios varía considerablemente con 6 registros en la superficie de CUSTF y 2 en el área testigo del SA, presentando sólo una coincidencia. Se puede observar que las especies con los valores más altos del VIR varían por razones de la peculiaridad de cada sitio, que como se mencionó anteriormente no es importante, considerando además que seis especies se reportan en los estratos superiores.

Cuadro 102. Comparación del valor de Importancia Relativa. Grupo herbáceo.

Nombre científico	Nombre común/Clave	CUSTF VIR	SA VIR	Estrato arbóreo (SA)	Estrato arbustivo (SA)
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	73.25	172.78	X	X
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	56.58		X	X
<i>Adelia barbinervis</i>	Bejuco espino	24.12			
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	18.86		X	
<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	13.60			X
<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	13.60			X
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo		27.22	X	X

**Grupo/Estrato arbustivo.** Este estrato es el más diverso en cuanto especies y homogéneo en cuanto a coincidencias que el estrato anterior. Las especies con los valores de importancia más altos presentan ciertas variaciones, pero son las mismas (Palama Chit, Chechen y Kaniste). Lo anterior es prueba de que las especies sobresalientes en el área de CUSTF se encuentran bien representadas fuera del sitio y por lo tanto no se encuentran en riesgo por su remoción y estas se mantendrán en el sistema ambiental y en el área de conservación del predio. También es importante mencionar que todas las especies reportadas son características de vegetación de selva mediana subperennifolia presentes en el estado.

Cuadro 103. Comparación del Valor de Importancia Relativa. Grupo arbustivo.

Nombre científico	Nombre común/Clave	CUSTF VIR	SA VIR	Estrato arbóreo (SA)	Estrato herbáceo (SA)
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	168.13	180.76	X	X
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	38.85	12.35	X	
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	29.69	28.05	X	
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	7.96			
<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	7.05			
<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintoc	6.22			

Nombre científico	Nombre común/Clave	CUSTF VIR	SA VIR	Estrato arbóreo (SA)	Estrato herbáceo (SA)
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	6.22		X	
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	6.10			
<i>Diospyros yucatanensis</i>	Uchuche	6.10			
<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	5.99	9.19		
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	5.90			
<i>Eugenia axillaris</i>	Eugenia	5.90			
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	5.90			
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo		9.63		X
<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche		9.88		
<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo		19.51		
<i>Randia aculeata</i>	Pechkitam		8.85		
<i>Manilkara zapota</i>	Zapote		21.77		

**Grupo/Estrato arbóreo.** Los resultados de la comparación en cuanto a número de especies difieren un poco, 14 en los sitios de CUSTF y 7 en lo registrado para el SA, lo anterior no es significativo pues como se mencionó anteriormente algunas especies sólo se registran en un sitio y no en el segundo pues la presencia de las especies está sujeta a muchos factores, esto es debido a las características intrínsecas de cada lugar. Cabe mencionar que las 7 especies registradas en el SA también se encuentran en el área de CUSTF es decir, hubo un 100% de coincidencias.

Asimismo, es importante señalar que la riqueza de especies registrada en el área de CUSTF no se distingue por especies sobresalientes por pertenecer a ecosistemas en riesgo o por la abundancia de especies protegidas o con distribución restringida. Por el contrario, las especies presentes son en general características de las selvas medianas subperennifolias de la región, por lo que su remoción en el área del proyecto no las pone en riesgo alguno.

Cuadro 104. Comparación del Valor de Importancia Relativa. Grupo arbóreo

Nombre científico	Nombre común/Clave	CUSTF VIR	SA VIR	Estrato arbóreo (SA)	Estrato herbáceo (SA)
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	111.89	168.43	X	
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	41.17	44.45	X	X
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	34.14	12.60	X	
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	27.99	6.89		
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	21.56	36.05		
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	11.64	6.76		
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	9.99	24.81		
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	9.26			
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	6.07			
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	6.04			
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	5.81			
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	5.52			
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	4.68			

Nombre científico	Nombre común/Clave	CUSTF VIR	SA VIR	Estrato arbóreo (SA)	Estrato herbáceo (SA)
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnic	4.24			

Por otro lado, es de señalar que en el área del proyecto se registraron 33 especies de flora que representan el 1.4% del total registrado para la Península de Yucatán con 2,300 especies de flora y el 1.8 % del Estado de Quintana Roo con 1,800 especies (Valdez-Hernández e Islebe, 2011).

Por la realización del CUSTF se implica el retiro de ejemplares de flora correspondientes a especies de amplia distribución en la zona: *Cascabela gaumeri*, *Ficus cotinifolia*, *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Cupania dentata*, *Cecropia peltata*, *Piscidia piscipula*, *Lonchocarpus rugosus*, *Pouteria campechiana*, *Coccoloba diversifolia*, *Guettarda combsii*, *Neea psychotrioides*, *Vitex gaumeri* entre otras especies. La remoción de estas especies generalistas no pone en peligro sus poblaciones. De esta forma, por contemplar la afectación de especies de amplia distribución y abundantes en la región, el CUSTF no representa un impacto grave ni amenaza el servicio ambiental de biodiversidad a nivel de poblaciones ni a nivel de especies.

En los muestreos no se registró ninguna especie considerada en Peligro de extinción, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se identificó la Palma Chit, (*Thrinax radiata*) con la categoría de Amenazada. Esta especie encabeza la lista del Programa de rescate y reubicación de especies de flora.

No se omite manifestar que en sitio del proyecto se encontró una especie de flora que se enlista en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de Amenazada, a saber, Mangle Botoncillo (*Conocarpus erectus*), misma que se localizó entremezclada con la vegetación de selva mediana y que forma una franja que atraviesa el predio en una superficie de 2,629.47 m<sup>2</sup>, esta se encuentra fuera del área de aprovechamiento y de la SCUSTF, por lo que se prevé su protección al ser parte de las áreas de conservación con vegetación natural dentro del predio que por diseño se proyectan a conservar. Asimismo, en la sección más al oeste del sitio del proyecto, ocupando una superficie estimada en 20,000.00 m<sup>2</sup> se encontró Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) que forma parte del tipo de vegetación de manglar que predomina en la sección media del sistema ambiental. Este tipo de vegetación también se localiza fuera del área de aprovechamiento y de la SCUSTF y se prevé su protección. De esta forma se salvaguarda la integridad de los ecosistemas frágiles vinculados a humedales alineando así el Proyecto a las directrices de protección y de aprovechamiento sustentable que marca la legislación ambiental mexicana y tratados internacionales a los que México está suscrito.

En conclusión, la ejecución del proyecto implica una afectación sobre ejemplares de flora correspondientes a especies de amplia distribución a lo largo del estado de Quintana Roo, y aunque dado el estado actual del ecosistema, la afectación a estas especies no pone en peligro a esas poblaciones, considerando que tanto en el sitio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar, ya que la vegetación de selva mediana está compuesta de las mismas especies herbáceas, arbustos y arbóreas en estado secundario, se afirma que la biodiversidad de flora en el ecosistema donde se ejecutará el cambio de uso de suelo se mantendrá.

**Análisis de la fauna silvestre.** Se identificó la existencia y composición de fauna silvestre en el área de cambio de uso de suelo del sitio del proyecto, asimismo en este apartado se presenta el listado y análisis de las especies por grupo faunístico derivado de los muestreos de campo. Cabe mencionar que la riqueza

faunística registrada en ambos sitios se restringe a un solo tipo de vegetación siendo esta de selva mediana subperennifolia en estado secundario.

En la riqueza de fauna en el área de CUSTF no se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta la distribución de 24 especies de fauna de las cuales, 18 son aves, 3 son reptiles y 3 mamíferos estos organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que dentro del Sistema ambiental se logró detectar al menos 51 especies de las cuales, 38 son aves, 7 mamíferos, 5 reptiles y 1 anfibio.

En cuanto a la fauna silvestre, la diversidad de los diferentes grupos de vertebrados registrados en la superficie propuesta de CUSTF, según el índice de Shannon obtenido es muy parecida con respecto a sus comparaciones. El grupo de las aves resultó el grupo más diverso registrando un índice  $H=2.500$  en el área de estudio y  $H=3.446$  para el sitio del sistema ambiental que se consideran altos, esto indica que existe una buena riqueza de especies de aves en ambas unidades comparativas. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que muchas de las especies de aves registradas sólo se observaron en tránsito o se encontraban en el área sólo con el propósito de alimentarse o en reposo.

En el caso de los reptiles, en el predio se registró un índice  $H = 0.734$ , y  $H= 1.270$  en el SA, estos valores se consideran bajos; en el caso de los mamíferos en el área de estudio se obtuvo un valor  $H= 0.849$  y en el SA el valor  $H$  para los mamíferos fue  $H=1.709$  también considerado bajo. Cabe mencionar que para el caso del área de CUSTF del predio y el SA no fue posible calcular el valor  $H$  para el grupo de los anfibios dado que sólo se registró una especie en el SA y ninguna en la superficie de estudio. En todos los casos el número de especies para los grupos faunísticos, sin duda podría aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año.

La equidad ( $E$ ) resultó muy similar en todos los grupos, además, es necesario mencionar que el registro obtenido en el presente estudio sólo refleja una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular (cf. Manzanilla y Péeffaur, 2000).

Las aves presentan hábitos voladores por lo que pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de manera alguna. En el caso de reptiles y mamíferos, podrán desplazarse a la zona colindantes del predio que se mantendrá sin afectación, incluso dentro del mismo predio ya que se mantendrán áreas de conservación con el mismo tipo de vegetación que servirán como refugio y alimento.

De acuerdo con los resultados obtenidos, entre los reptiles habita la Iguana Negra de Cola Espinosa (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especie Amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre las aves se registró la presencia del Loro Pecho sucio (*Eupsittula nana*) con categoría de Protección especial de acuerdo con dicha Norma ecológica donde aparece reportado con su sinónimo (*Aratinga nana*) y el Loro Frente Blanca (*Amazona albifrons*) también con la categoría de Protección especial. Al respecto, se implementará el Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre como parte de las medidas de mitigación del proyecto para evitar su captura, daño o muerte. A continuación, se presenta en el Cuadro 105 la comparación de los indicadores diversidad de fauna silvestre.

*Cuadro 105. Comparativo de los valores obtenidos mediante el análisis de Shannon Wiener por grupo de vertebrados.*

Indicador	Área sujeta a CUSTF				Sistema ambiental			
	Grupo				Grupo			
	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Riqueza	-	3	18	3	1	5	38	7
Índice H	-	0.734	2.500	0.849	-	1.270	3.446	1.709
Hmax	-	1.099	2.890	1.099	-	1.609	3.638	1.946
Equidad	-	0.668	0.865	0.773	-	0.789	0.947	0.878

Debe considerarse que la mayoría de las especies registradas en el área de CUSTF y predio no se encuentran establecidas como tal, sino que algunos ejemplares emplean el sitio como paso, pernocta y para alimentación, lo que posiblemente no suceda con el sistema ambiental que aún conserva superficies de vegetación fuera de los límites de la zona urbanizada, y dichas especies se encuentran de forma permanente, siendo entonces un lugar con fauna diversa que se distribuye en la superficie que presenta la unidad de análisis del sistema ambiental delimitado. Lo anterior nos permite concluir que la biodiversidad referente a la fauna de vertebrados no se ve comprometida pues todas las especies registradas en el área de CUSTF y predio también se encuentran en el sistema ambiental, e incluso fuera de sus límites.

Como se ha señalado en este capítulo la presencia de 24 especies de fauna representa entre 3.1% reconocido para la Península de Yucatán y hasta 3.7% para el Estado de Quintana Roo, respectivamente (Pozo 2011). Esta reducida representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto con respecto a la reconocida para la Península de Yucatán y el Estado de Quintana Roo (Cuadro 106).

*Cuadro 106. Número de especies de vertebrados terrestres reconocida para la Península y Estado de Quintana Roo. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa la riqueza específica presente en el área de CUSTF del proyecto.*

Grupo	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos terrestres
<b>Península de Yucatán</b>	43 (0%)	139 (2.1%)	528 (3.4%)	45 (6.6%)
<b>Estado de Quintana Roo</b>	22 (0%)	106 (2.8%)	483 (3.7%)	40 (7.5%)

En conclusión, como resultado del análisis de las características de las especies de flora y fauna silvestre y su distribución, así como de la extensión y ubicación del proyecto se deduce que la ejecución del CUSTF no tendrá implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad del sistema ambiental definido. Se anticipan efectos a escala individual, ya que durante las actividades de remoción de la vegetación algunos individuos de especies de lento desplazamiento podrían verse afectados. Pero dicho efecto no sería apreciable en la escala de poblaciones ni especies, ya que como se ha demostrado se garantiza su mantenimiento en el sistema ambiental y fuera de este.

Lo anterior permite aseverar que la biodiversidad faunística de vertebrados en el sitio del proyecto se mantendrá aún con el desarrollo de las obras y la ejecución del CUSTF, pues todas las especies registradas en el sitio también se encuentran en el sistema ambiental y aún fuera de sus límites.

## VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

En esta sección se describen las medidas de prevención<sup>31</sup> y mitigación de los impactos<sup>32</sup> descritos en el capítulo V de este documento. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, para cada etapa del proyecto. La eficiencia y eficacia de tales medidas, dependerá de la adecuada y oportuna aplicación de estas en los momentos sugeridos.

De acuerdo con Conesa Fernández-Vítora (1997), prevenir, paliar o corregir el impacto ambiental significa introducir medidas preventivas y/o correctoras durante y después de implementar el proyecto a fin de explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio en aras al mejor logro ambiental del proyecto o actividad; anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas; e incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

### VII.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

#### VII.1.1 Descripción y valoración de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales potenciales en la etapa de preparación de sitio y construcción

La empresa Plan Costa Maya, S.A. de C.V. incluyó en el diseño del proyecto y su plan de trabajo durante la etapa de construcción y operación la implementación de varias estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales identificados, mismas que se describen y valoran enseguida.

##### VII.1.1.1. Plan de manejo de residuos de la construcción

Esta es una medida tanto preventiva como de mitigación cuya aplicación previene fuertemente la aparición del impacto ambiental potencial, *Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos sólidos o residuos peligrosos*. Las estrategias para implementar se detallan en el documento adjunto y se estima que tendrán una capacidad de mitigación alta, de 80% al menos, ya que no se puede garantizar que no existirán situaciones que temporalmente tengan algún efecto sobre el ambiente; sin embargo, previo a la conclusión de los trabajos de construcción se realizará una campaña de limpieza profunda a fin de asegurarse que la totalidad del sitio del proyecto esté libre de residuos sólidos.

Las actividades específicas y estrategias incluidas en el plan de manejo son las siguientes:

- Habilitar diversos tipos de contenedores de residuos en el frente de obra y rotularlos según el residuo que estarán destinados a recibir.
- Se instalarán contenedores cerrados para el almacenamiento temporal de residuos con la finalidad de llevar un estricto control sobre los residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y, por ende, penetrar el subsuelo.

---

<sup>31</sup> Medidas de prevención: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro ambiental.

<sup>32</sup> Medidas de mitigación: conjunto de actividades que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

- Reutilización de residuos como son cubetas y cajas que puedan funcionar como contenedores de residuos o de productos.
- Propiciar el reciclaje de tereftalato de polietileno y cartón canalizando su entrega a un recolector autorizado.
- Colocar señales y carteles informativos para propiciar un buen manejo de residuos.
- Llevar a cabo charlas breves de educación ambiental al personal encargado de la preparación del sitio y de la obra para concientizar sobre el manejo adecuado de los residuos
- Inclusión en la cuadrilla de trabajo de personal de limpieza de obra.
- Traslado diario de los residuos sólidos al área de almacenamiento de residuos sólidos del hotel para su almacenamiento y ulterior disposición conforme al plan de manejo autorizado a Plan Costa Maya, S.A. de C.V.
- Verificar el cumplimiento de las actividades y estrategias establecidas en el plan de manejo de residuos mediante recorridos de supervisión ambiental. El seguimiento y control del desarrollo y ejecución de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto estará a cargo de un técnico ambiental y un técnico forestal capacitados por definir.

#### *VII.1.1.2. Aplicación de estrategias para el manejo de residuos vegetales producto del CUSTF*

A fin de mitigar los posibles impactos generados al proceso de captura de carbono del área de intervención, se han considerado las siguientes estrategias.

- Quedará estrictamente prohibido la quema de los residuos vegetales generados por la remoción de vegetación, ya que de lo contrario se devolverá el carbono capturado a la atmosfera.
- Los residuos vegetales serán triturados e integrados a las áreas verdes del proyecto para que el carbono se fije en el suelo y pueda integrarse a la biomasa forestal.

#### *VII.1.1.3. Aplicación de estrategias para el manejo de aguas negras*

A fin de prevenir el impacto potencial *Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de aguas negras*, se han considerado las siguientes estrategias de prevención.

- Dotar de infraestructura sanitaria el área de trabajo mediante la colocación de uno o varios sanitarios portátiles, a razón de 1 por cada 15 trabajadores.
- Arrendar los sanitarios a una empresa que cuente con las debidas autorizaciones municipales y estatales para la prestación del servicio, de forma tal que garantice un correcto manejo, retiro y disposición final de las aguas residuales generadas.
- Verificar que el proceso de lavado y limpia de sanitarios se realice cada tercer día como mínimo y en condiciones que minimicen el riesgo de contaminación.

Con base en experiencias previas, se estima una eficiencia mínima de 70% en la prevención del impacto ambiental. Sin embargo, en caso de ocurrencia de algún derrame que pueda comprometer la calidad del agua, suelo, flora, fauna o el paisaje, se tomarán medidas remediales y de compensación.



#### *VII.1.1.4. Aplicación de estrategias para el manejo de sustancias riesgosas*

Para prevenir el impacto *Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de sustancias riesgosas* dentro del sitio, derivado el almacenamiento y manejo de sustancias riesgosas como son hidrocarburos, pinturas, resinas, barnices, solventes, pegamentos, etc., se proponen las siguientes estrategias.

- Habilitación de un almacén temporal para el almacenamiento de sustancias riesgosas, el cual se ubicará en un área segura y deberá contar con una base impermeable y sardinel para asegurar que cualquier posible derrame sea contenido en el interior; señalización preventiva visible desde una distancia mínima de 10 m; extintor a no más de 10 m de distancia del almacén; y deberá ser de acceso controlado.
- Se utilizarán charolas o tarimas anti escurrimiento para el almacenamiento de sustancias riesgosas.
- El almacenamiento de sustancias riesgosas será en envases cerrados, debidamente etiquetados indicando el contenido y el nivel de riesgo.
- El traslado de sustancias riesgosas desde el almacén a las áreas de uso deberá ser en condiciones de seguridad, tales como en envases cerrados y sujetos en caso de que se utilicen medios de transporte.
- No se permitirá el almacenamiento de sustancias riesgosas fuera del área de almacenamiento.
- El manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo contaminándolo.
- No se permitirán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de equipos y maquinaria dentro del área del proyecto. Se realizará fuera de la zona de CUSTF, es decir, en talleres especializados, la mayoría de los cuales se ubican en la ciudad Playa del Carmen.
- Verificar el cumplimiento de las actividades y estrategias establecidas en el plan de manejo de residuos mediante recorridos de supervisión ambiental. El seguimiento y control del desarrollo y ejecución de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto estará a cargo de un técnico ambiental y un técnico forestal capacitados por definir.

La implementación de estas estrategias asegura la no ocurrencia del impacto ambiental; sin embargo, como el manejo involucrará muchas personas, no puede garantizarse que en algún momento pueda ocurrir algún incidente vinculado con el manejo de sustancias riesgosas. Por ello, se considera sólo una prevención parcial del impacto potencial, de 80%.

#### *VII.1.1.5. Legal procedencia de los recursos forestales*

*A fin de prevenir el impacto potencial sobre explotación de recursos forestales, la empresa promotora deberá asegurarse de que los recursos que adquiera procedan de una fuente autorizada, exigiendo la presentación de la remisión forestal que ampare la legal procedencia de los recursos. De esta manera se asegura que no tendrá lugar la ocurrencia del impacto ambiental potencial.*

#### *VII.1.1.6. Delimitación del sitio*

A fin de prevenir la afectación de áreas naturales adyacentes a las áreas de aprovechamiento se protegerán las áreas verdes naturales y de revegetación, para ello se llevará a cabo la delimitación

temporal del sitio y de las áreas verdes mediante la colocación de un malla electrosoldada, de tal forma que se evite el tránsito de personas hacia las áreas naturales.

#### *VII.1.1.7. Ejecución de un programa de restauración*

Se prevé la ejecución de un Programa de restauración que incluye la reforestación de 1,130 m<sup>2</sup> del terreno para incorporarlas a las áreas naturales dentro del sitio del proyecto al término de la etapa de construcción. Esta medida está encaminada a minimizar el impacto sobre la flora y fauna silvestre del sitio y a coadyuvar en la conservación de los servicios ambientales que presta el sitio del proyecto actualmente.

Esta acción, combinada con el rescate de vegetación propuesto, el ahuyentamiento de la fauna silvestre, la conservación de las áreas naturales en las que se desarrolla la Palma Chit (*Thrinax radiata*) favorecerán la conservación de los servicios ambientales que actualmente presenta el sitio del proyecto y eliminan el efecto de la reducción de cobertura vegetal en el sitio.

#### *VII.1.1.8. Ejecución de un programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo*

Se prevé la ejecución de un Programa de rescate y reubicación de especies de flora y un Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre, el primer programa incluye el rescate de 1,329 ejemplares de 21 especies, mismas que serán reintegradas al sitio del proyecto mediante el Programa de restauración (anexo) que en conjunto contribuirán a mitigar la erosión, a la conservación de fauna y la captura de carbono, entre otros. El segundo programa se concentrará en ahuyentamiento de fauna fuera de las áreas de CUSTF hacia las áreas de conservación.

VII.1.2 Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el cambio de uso de suelo

#### *VII.1.2.1. Programa de rescate y reubicación de especies de flora*

La formación y mantenimiento del hábitat donde se desarrollan todos los seres vivos terrestres se da gracias a las plantas, ya que son la base de la cadena alimenticia y brindan servicios ambientales fundamentales. Los servicios ambientales que brindan las plantas se clasifican en de soporte –formación de suelos, mantenimiento de ciclos biogeoquímicos y producción primaria-, de regulación -regulación del clima, control de enfermedades, y regulación del agua-, de suministro -alimento, agua, combustibles y fibras- y culturales -espirituales y religiosos, recreación y ecoturismo, estéticos y educativos- (Challenge, 2009 y Valdez-Hernández e Islebe, 2011). Es así como las plantas representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, indispensables no solo para el mantenimiento de los ecosistemas, sino para el progreso de la humanidad (Zamorano, 2009).

Por tanto, conservar la vegetación deriva en la protección de la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas y de la vida en general, incluyendo por supuesto la humana. Pero para poder lograr su conservación es indispensable contar con un entendimiento completo de la relación entre el ambiente y la sociedad en espacios geográficos concretos (Campo y Duval, 2014).

En este sentido se sabe que México es el tercer país más megadiverso en el mundo y que ocupa el cuarto lugar en riqueza de plantas (Zamorano, 2009). La principal razón de la riqueza florística del país está

relacionada con la amplia variedad de condiciones fisiográficas y climáticas presentes; además de que en el pasado sirvió como escenario de intensas migraciones de diversa procedencia debido a su situación estratégica como puente continental entre las dos Américas, constituyendo una zona de influencia mixta de los elementos florísticos neotropical y holártico, y fungiendo como centro de evolución de flora, principalmente durante el Cenozoico.

Por otra parte, México presenta una alta proporción de elementos florísticos de distribución restringida, es decir, de endemismos, concentrados principalmente en la zona cálida lluviosa, al este y sureste del país; en la vertiente del Pacífico y en la Península de Yucatán.

Quintana Roo pertenece a la región fitogeografía de la Península de Yucatán; su riqueza florística se calcula en 1,800 especies equivalentes al 22.5% de las especies reportadas para Chiapas, Veracruz y Oaxaca que son los más diversos con una riqueza aproximada de al menos 8,000 especies y con 10% de las 18000 especies de la flora nacional. Se calcula que 150 familias de plantas vasculares se encuentran representadas en la vegetación de Quintana Roo, de éstas la familia más ampliamente distribuida son las leguminosas (Leguminosae) (Valdez-Hernández e Islebe, 2011).

Los principales tipos de vegetación presentes en el estado de Quintana Roo son la selva tropical, caracterizada por una dominancia de especies arbóreas, temperaturas cálidas y alta humedad, el manglar, la duna costera, las marismas, los petenes y los humedales. Los servicios ecosistémicos que prestan, son la conservación de la calidad del agua, captura de carbono, sumidero de carbono, conservación física del suelo, conservación de la biodiversidad, medio para ecoturismo, amortiguación de eventos hidrometeorológicos, protección de riberas, conservación de acervos genéticos, belleza paisajística, formación y recuperación de suelos, filtración de contaminantes del aire, suelo y agua; mantenimiento de ciclos minerales, de gases y del agua, protección de litorales y provisión de hábitat para especies silvestres de valor comercial o ecológico (Challenger, 2009).

La comunidad de plantas que se establece en un sitio es conocida como vegetación, puede clasificarse en tipos cuyo nombre se basa en las especies asociadas. La diversidad de las comunidades depende de la topografía, el suelo y el clima. Quintana Roo pertenece a la región fitogeográfica de la Península de Yucatán, el tipo de vegetación principal es selva tropical, la cual se caracteriza por una dominancia de especies arbóreas, temperaturas cálidas y alta humedad (Valdez M. e Islebe G., 2011).

Las especies nativas son una excelente alternativa ya que estas especies pueden ahorrar gran cantidad de energía al no necesitar riego ni fertilización (excepto en ciertos casos que sí lo requieren únicamente durante la etapa de establecimiento), siempre que las condiciones del suelo y la hidrología no hayan sido alteradas significativamente. Así mismo, las plantas nativas requieren poco mantenimiento y son resistentes a la mayoría de las plagas comunes en el área, algunas especies de lento crecimiento pueden representar una excelente opción para setos, ya que no requieren ser podados tan frecuentemente como las especies exóticas. Las plantas nativas permiten la conservación de la fauna autóctona pues ofrece alimento, refugio, sitio de percha o de anidación al que están adaptadas, además de conservar el acervo genético de la vegetación nativa.

Dado que el promovente tiene la intención de mitigar los impactos causados por el retiro de la cobertura vegetal mediante acciones de rescate y para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente. El proteger la vegetación nativa y protegidas de la Península de Yucatán y sus Islas es de suma importancia refiriéndose con esto que en ningún otro lugar del mundo se encuentra. Otro de los motivos por los cuales

se debe conservar la vegetación es que presta una gran cantidad de servicios ambientales, tales como servir de alimento y refugio a la fauna regional, evitar la erosión del suelo, ayudar a la absorción del agua y un punto muy importante es que funciona como barrera protectora ante eventos meteorológicos, por mencionar algunos de estos bienes ambientales.

Como medida de mitigación a los impactos generados por la remoción de la vegetación (desmonte) para la ejecución del proyecto, se contempla la implementación del presente **Programa de rescate y reubicación de flora** (Vegetación Forestal), el cual consiste de manera general en el rescate de plantas silvestres elegidas por su importancia ecológica y económica de las áreas de construcción para reubicarlos en otros sitios con condiciones que resulten favorables para su recuperación y posterior restablecimiento.

El rescate de la vegetación es una acción que debe realizarse antes de ejecutar la remoción parcial o total de la vegetación dentro del área de CUSTF. El programa de rescate y reubicación de especies de flora (Vegetación Forestal), se basará en el total de hectáreas o m<sup>2</sup> a remover, debiendo incluir las especies que estén referidas por la normatividad ambiental en algún estatus de protección, de importancia ecológica, económica y/o cultural.

#### *VII.1.2.2. Fundamento legal*

La integración del presente programa tiene como fundamento lo establecido en el artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que a la letra dice: **IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo.**

La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.

#### *VII.1.2.3. Descripción de la vegetación donde se pretende el CUSTF*

El tipo de vegetación por afectar por la implementación del proyecto es de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) en ella se puede apreciar el desarrollo de especies a nivel del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo este último con mayor intensidad, aunque la mayoría están representadas por individuos de escasa altura y tronco delgado. Predominan algunas especies como: *Metopium brownei*, *Thrinax radiata*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri*, *Ficus cotinifolia*, *Pouteria campechiana*, *Eugenia axilaris*, *Amelia patens* y *Manilkara zapota*, entre otras especies que se localizan en forma dispersa en el interior de la superficie del predio especialmente en el área de CUSTF, sin embargo esta vegetación de selva ha sido afectada por el paso de fenómenos hidrometeorológicos, sobre todo por los huracanes que impactaron el estado en 2020 y 2021, por lo que en el sitio del proyecto se observó la vegetación en proceso de desarrollo, un poco afectada. En la totalidad del predio predominan los árboles jóvenes de talla chica y mediana.

**Procedimiento para la descripción de la vegetación.** Para efectuar la caracterización de la vegetación y el inventario de los recursos florísticos de la zona propuesta, se realizó un extenso recorrido por el área. El

reconocimiento de la zona fue facilitado por la existencia de brechas y dentro de los límites del predio de levantamiento topográfico realizado. Asimismo, la vegetación fue caracterizada de acuerdo con criterios fisonómicos, por lo que se realizaron registros de los diámetros promedio de las especies a 1.30 m del suelo, altura total de la vegetación y presencia-ausencia de especies caducifolias y perennifolias. La toma de datos de campo se realizó de acuerdo con las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación secundaria de selva mediana se levantaron 10 sitios de 100, 25 y 1 m<sup>2</sup> cada uno distribuidos de manera equidistante.

En la Figura 98 del plano de la vegetación actual en el sitio del proyecto (elaboración propia) se presenta la distribución de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. En la superficie del área del proyecto predominan especies propias del dosel arbóreo como son: *Metopium brownei*, *Thrinax radiata*, *Cocos nucifera*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri*, *Ficus cotinifolia*, entre otras especies. La gran mayoría de los individuos presentan tallos delgados, siendo el diámetro promedio del estrato arbóreo 16 cm de DAP, el rango donde se concentra la mayoría de los individuos arbóreos está entre los 10 a 15 cm de diámetro y el arbustivo dentro de los 7 cm promedio, la altura promedio que presenta este tipo de vegetación en el estrato arbóreo es de 7 y 5 m para el estrato arbustivo.

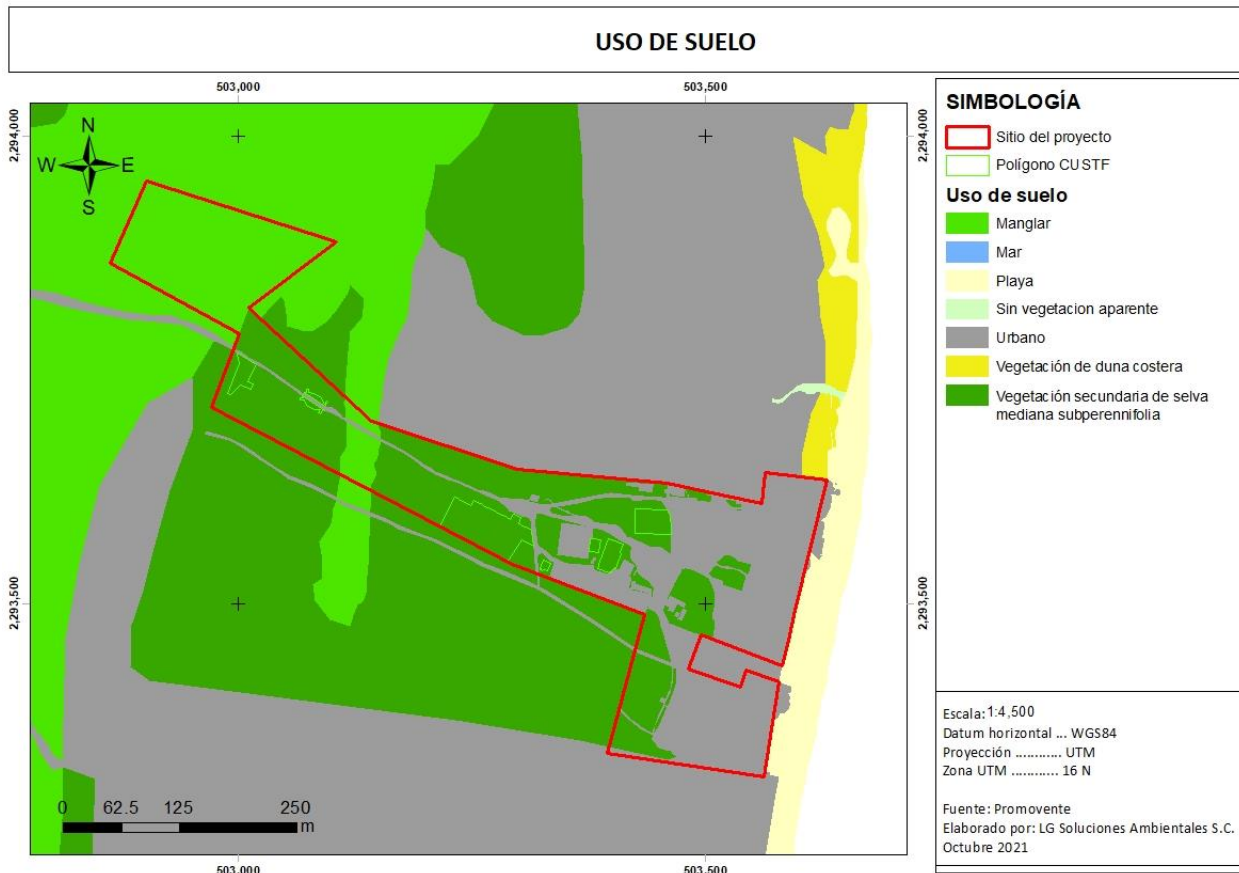


Figura 98. Vegetación secundaria de selva mediana que se desarrolla dentro y fuera el sitio del proyecto.

#### VII.1.2.4. *Objetivo general*

Coadyuvar a la protección y conservación de la diversidad genética de la vegetación en el sitio del proyecto y el sistema ambiental.

#### VII.1.2.5. *Objetivos particulares*

- Prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el desmonte de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en las áreas sujetas a cambio de uso de suelo.
- Rescatar ejemplares de las especies vegetales por su importancia legal, ecológica y económica en las áreas sujetas a cambio de uso de suelo.
- Coadyuvar a la conservación de la especie *Thrinax radiata*, enlistada como especie amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Contribuir a la restauración de áreas aledañas a la superficie de cambio de uso de suelo y áreas verdes naturales.

#### VII.1.2.6. *Metas o alcances del programa*

Este programa se diseñó con el fin de contrarrestar el impacto del desmonte en 0.632 hectáreas para la ejecución del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya cuya vegetación dentro del área de CUSTF corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ). En este contexto se han determinado las metas siguientes:

- ✓ Rescatar 1,367 plantas silvestres de al menos 21 especies forestales.
- ✓ Rescatar dentro de la SCUSTF al menos 375 ejemplares de la especie *Thrinax radiata*.
- ✓ Garantizar la sobrevivencia en vivero del 80% de las plantas rescatadas.

#### VII.1.2.7. *Ubicación del área de acopio de las plantas a rescatar*

El acopio de las plantas que sean rescatadas se hará en el actual vivero del hotel Maroma, ocupando aproximadamente 172 m<sup>2</sup>. Véase Figura 89. Este espacio será suficiente para la preparación del sustrato y embolsado de las plantas rescatadas. Por su ubicación se prevé aprovechar el dosel de los árboles para proporcionar sombra a los ejemplares rescatados, además de que cuenta con una sección con mallasombra.

*Cuadro 107. Coordenadas en UTM de los vértices extremos para el área de vivero. Proyección en UTM, Datum WGS-84, 16 Q. Margen de error ± 5.0 m.*

Coordenadas UTM (Datum WGS-84 16Q)	
X	Y
503,446	2,293,519
503,458	2,293,515
503,453	2,293,502
503,442	2,293,505

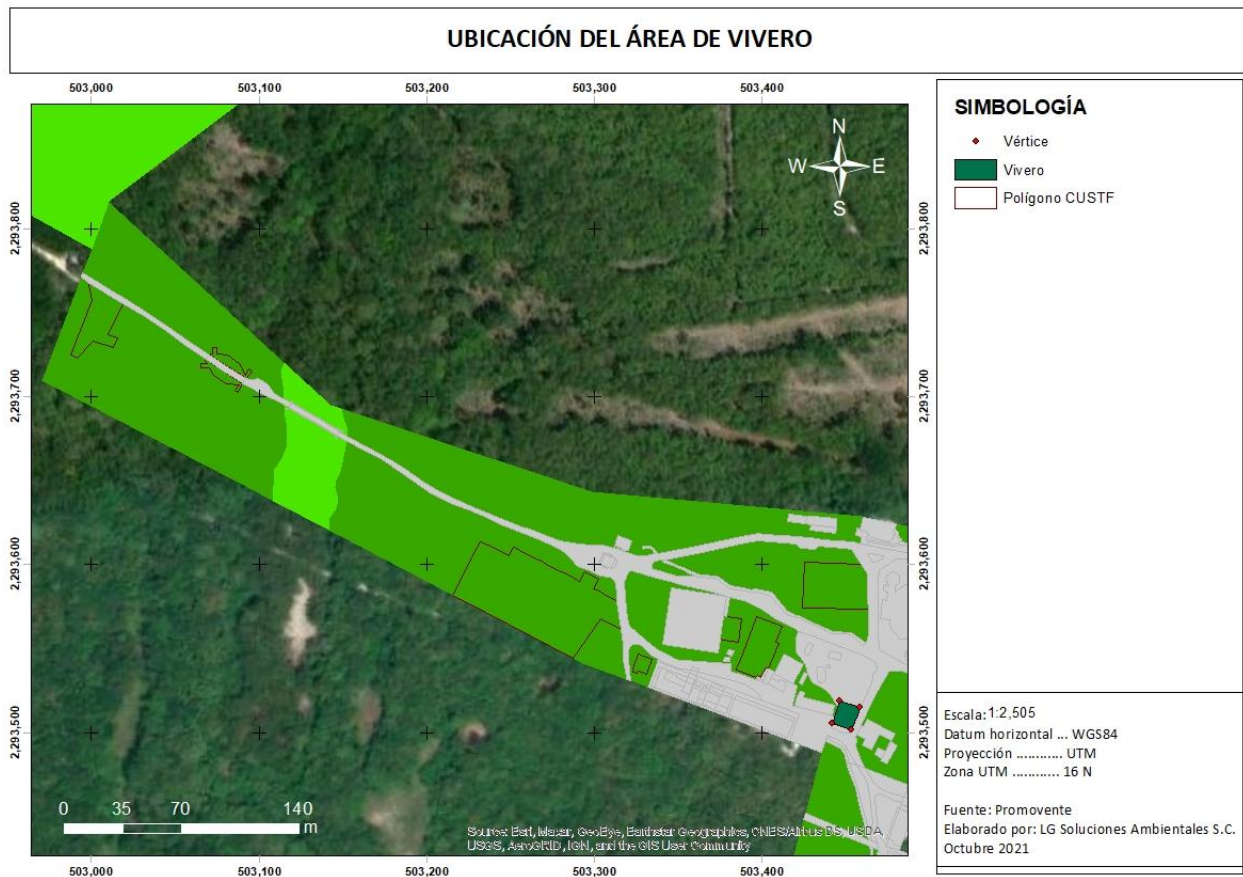


Figura 99. Plano de ubicación física del vivero, en donde se mantendrán las plantas rescatadas.

Para el buen desarrollo de las plantas se requiere suministro permanente de agua para el riego, misma que está disponible en el vivero del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, que cuenta con agua a disposición y sistema de riego.

A fin de contar con tierra vegetal como insumo para las plantas que serán rescatadas, se llevará a cabo la recuperación manual de tierra al interior de las áreas de aprovechamiento en el sitio del proyecto, utilizando para ello palas, picos, cubetas de plástico y un cernidor de metal, con la participación de una cuadrilla de cuatro trabajadores. Se estima la recuperación aproximada de 5 m<sup>3</sup> de tierra, cantidad suficiente para el volumen de plantas a rescatar propuesto.

Una vez recuperada la tierra se llevará a cabo el cernido de esta para eliminar rocas, hojas, troncos, grumos o residuos y asegurar una buena calidad de sustrato (Figura 100).



*Figura 100. Imágenes de archivo de recuperación de tierra fértil en áreas de aprovechamiento, así como los materiales para su sustracción. Fuente: Foto de archivo.*

#### *VII.1.2.8. Área de aplicación del programa*

La superficie de rescate corresponde exclusivamente a la superficie de cambio de uso de suelo forestal.

#### *VII.1.2.9. Identificación y selección de especies por rescatar*

De acuerdo con el listado florístico registrado dentro de la SCUSTF del sitio del proyecto, se identificaron 33 especies, mismas que se encuentran agrupadas en 25 familias, de las cuales la Fabáceas y la Arecaceae son las más abundantes con 3 especies identificadas en cada una. En total se encontraron 24 especies con forma de vida arbórea, 2 especies de forma de vida arbustiva, 3 especies herbáceas, 3 palmas y 1 epífita. No se registró ninguna especie en peligro de extinción, y solo una especie se reportan como Amenazada de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para la selección de las especies a rescatar se consideraron los siguientes criterios, citados en orden de mayor a menor importancia:

1. La especie es propia del ecosistema de vegetación secundaria arbórea derivado de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) que corresponde al ambiente natural y que se encuentre disponible en el predio.
2. La especie está incluida en alguna categoría de protección de acuerdo con la 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 o en la Red List de la Union Internacional para la conservación de la naturaleza (por sus siglas en inglés IUNC).

3. La especie es de importancia ecológica por la contribución que hace al sostenimiento de la fauna local, como alimento, refugio, percha o espacio de anidación; o como fijadora de suelo para minimizar la erosión.
4. La especie ha demostrado que es apropiada para su trasplante, debido a que durante el proceso no presenta alto índice de mortalidad. Se considera alto con mortalidad igual o mayor a 40%.
5. La especie no es tóxica, urticante o peligrosa por la presencia de espinas, resinas o insectos que cohabitan con ella.

Con base en los criterios anteriormente mencionados, se determinó la siguiente lista de especies susceptibles a ser rescatadas, mismas que serán las especies disponibles para las actividades de reforestación (Cuadro 108).

*Cuadro 108. Número de plantas por especie que se pretenden someter al rescate ecológico en el área de CUSTF del proyecto.*

No.	Nombre científico	Nombre común/clave	Rescatar/CUSTF	Criterio
1	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	150	1,4,5
2	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	40	1,4,5
3	<i>Eugenia axilaris</i>	Eugenia	20	1,4,5
4	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	40	1,3,4,5
5	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chacni	35	1,3,4,5
6	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	375	1,2,3,4,5
7	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	25	1,4,5
8	<i>Malpighia glabra</i>	Wayakte	38	1,4,5
9	<i>Sabal yapa</i>	Guano	25	1,3,4,5
10	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	125	1,3,5
11	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	225	1,4,5
12	<i>Aechmea bracteata</i>	X-Cinta Ku'uk	8	1,3,4
13	<i>Tradescantia spathacea</i>	Maguey	30	1,3,4,5
14	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sacbob	33	1,4,5
15	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	28	1,4,5
16	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	38	1,4,5
17	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Uchuche	18	1,4,5
18	<i>Hamelia patens</i>	Xcanan	15	1,3,4,5
19	<i>Casearia corymbosa</i>	Ximche	23	1,3,4,5
20	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnic	43	1,2,3,4,5
21	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	33	1,3,4,5
<b>Total</b>			<b>1,367</b>	

#### VII.1.2.10. Técnicas empleadas para realizar el rescate

La localización de las plantas seleccionadas para su rescate estará a cargo del coordinador del programa, mismo que deberá tener la experiencia y conocimientos necesarios para identificar las especies indicadas.

Para elegir los ejemplares a rescatar se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

1. Preferentemente se seleccionarán ejemplares entre 0.50 y 2.00 m de altura y diámetro normal menor a 5 cm ya que éstos presentan menor índice de mortalidad en maniobras de rescate.
2. Se seleccionarán siempre ejemplares sanos, sin presencia evidente de parásitos u otros vectores que representen daño para la planta.
3. Tratándose de guías o esquejes, se seleccionarán secciones con brotes o yemas.

El rescate de las plantas de tallas chica y mediana se realizará por el método de banqueo y extracción inmediata. Para aplicarlo primero se identificarán y marcarán las plantas que se encuentren dentro de la SCUSTF, luego con la ayuda de un machete o una tijera para podar se cortarán las raíces en un círculo de aproximadamente 15 cm alrededor del tallo y se procura extraer la planta con el cepellón. Para proteger el sistema radicular, el cepellón se cubrirá con yute y una vez amarrado se trasladarán las plantas al centro de acopio. En el caso de las plantas que sean extraídas a raíz desnuda se cubrirán con papel periódico humedecido para trasladarlas al centro de acopio.

En el caso de las plantas arbóreas grandes y las palmas de talla mediana el rescate se realizará por el método de banqueo diferido. Una vez que las plantas son elegidas, se realizará un chapeo en una superficie de un metro alrededor del tallo, con la ayuda de un machete y un pico se cortan las raíces en un círculo de aproximadamente 30 cm alrededor del tallo y se extrae la tierra en una franja de aproximadamente 20 cm hasta llegar a la roca o laja. Posteriormente se aplicará un riego de emergencia y se volverá a enterar.

Estas plantas se marcarán y se mantendrán en el mismo sitio en donde se les proporcionarán cuidados para favorecer la recuperación del sistema radicular por un periodo de cuando menos 30 o 40 días según la especie. Después de transcurrido este tiempo, se realiza un nuevo corte al sistema radicular y se extrae la planta, el cepellón se cubre con yute y se amarra al tallo. Para proporcionarle mayor resistencia al tallo, en los casos que se requiera se colocarán tutores.

El rescate de las plantas epifitas se realizará de preferencia cortando el tallo o rama del árbol en el cual se encuentran y se trasladarán de inmediato al área de vivero. En el caso de tallos muy gruesos se procurará desprender la planta con todo y la corteza del árbol en el que se encuentren.

Una vez concluida la extracción manual de los ejemplares de las especies seleccionadas, se llevarán al vivero. El traslado de las plantas hasta el vivero dependerá de las distancias a recorrer en el predio, así como la talla que presenten los ejemplares. Sin embargo, esta acción deberá realizarse en el menor tiempo posible para evitar afectar las plantas sustraídas por estrés hídrico. Además, deberá realizarse procurando no causar daños a las hojas, ramas, tallos y raíces.

Los ejemplares grandes pueden acarreararse utilizando un montacargas o bobcat. En todo momento se deberá evitar el arrastre de los ejemplares, éstos deberán izarse con el concurso de cuerdas lo suficientemente fuertes para que no se rompan durante el traslado. Los amarres deberán asegurar el balance del peso del árbol o palma y de no dañar la planta. Tratándose de estacas se recomienda hacer atados o rollos de unas 30 varas amarrándolas firmemente con hilo, cuerda o carretilla ya que los atados pueden transportarse fácilmente en hombros por el terreno natural. También es posible el transporte en saco de yute o cubetas. Los estolones suelen ser blandos y frágiles por lo que para su traslado al sitio de acopio se recomienda introducirlos en bolsa de yute o cubeta evitando el hacinamiento. Las bolsas no deben dejarse expuestas al sol porque al interior la temperatura se elevará y se asfixiarán las plantas.

*VII.1.2.11. Manejo de las plantas rescatadas*

Tan pronto lleguen las plantas al sitio de acopio (vivero) deberá procurarse su preparación para estabilizar las plantas e iniciar su recuperación. Las plantas rescatadas, ya sean ejemplares completos o partes vegetativas deben ser expuestas a la brevedad a una solución con enraizador y posteriormente embolsarse. Se recomiendan bolsas negras para vivero de 22 X 22, 25 X 25 y 30 X 30 cm, para tener variedad de tamaño y poder seleccionar la bolsa adecuada para cada planta. Las bolsas deben perforarse antes de poder ser utilizadas, ya que de lo contrario impedirán el dren del agua y las raíces se pudrirán.

La tierra que se emplee para el llenado de la bolsa debe ser de buena calidad, por lo que se recomienda prepararla con anticipación mezclando tierra de hoja o composta con tierra de monte y arena en proporción 1:4:2 o 1:4:1.

Para asegurar el desarrollo de las raíces y favorecer la supervivencia de las plantas, se recomienda el uso de Raizal 400 como enraizador. El RAZAL 400 es una fórmula desarrollada primordialmente para proveer de nutrientes y estimular el crecimiento de raíces de plantas jóvenes provenientes ya sea de trasplantes o de siembra directa. Es un bioestimulante que promueve la actividad de la planta que se traduce en un mejor desarrollo de raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso de ésta. Los ingredientes activos y su concentración son nitrógeno (9 %), fósforo (45 %), potasio (11 %), magnesio (0.6 %), azufre (0.8 %) y bioestimulantes (400 ppm). El empleo de este producto está indicado tanto para favorecer cultivos de hortalizas como de plantas frutales, ornamentales y forestales, en dosis variables. Es un producto que no ofrece peligro al ambiente ya que no presenta toxicidad. El Raizal 400 tiene el número de registro sanitario RSCO-0004/III/95 según el Registro de Nutrientes Vegetales de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), el cual es un requisito necesario para la comercialización del producto y que las autoridades regulatorias involucradas expiden en forma coordinada, una vez que se ha comprobado su seguridad y eficacia con riesgos ambientales aceptables.

Para el llenado de la bolsa es necesario seguir los siguientes pasos. Primero se llena el fondo de la bolsa hasta una altura de 5 cm, seguidamente se coloca la planta y se agrega más tierra hasta cubrir las raíces apretando con la mano para asegurar que la planta quede fija. Se recomienda emplear tierra húmeda para este proceso. Las bolsas se agrupan en conjuntos de 100 a lo largo de hileras o platabandas dejando camellones de unos 50 cm entre platabandas y de 20 cm entre conjuntos, lo que facilitará el tránsito necesario para el riego de las plantas.

Las plantas rescatadas se mantendrán en el vivero hasta que presenten evidencias de su recuperación. Se considera que las plantas han iniciado su recuperación cuando el sistema radicular restablece su funcionamiento normal, en este periodo se aprecia el crecimiento de nuevas raíces, hojas y rebrotes y los síntomas que se generan por el efecto del estrés causado durante el trasplante desaparecen.



*Figura 101. Imágenes de archivo acopio de plantas en vivero el provisional. Fuente: Foto de archivo.*

Se deberá llevar un registro detallado de las plantas rescatadas y su situación en vivero.

Durante los primeros días las plantas se mantendrán en el área con sombreadero natural bajo la sombra de los árboles o inducida en donde se les proporcionan cuidados intensivos tendientes a eliminar los síntomas de marchitamiento, deshidratación, amarillamiento, secado y/o caída de hojas que presenten. Uno de los primeros cuidados que se les deben proporcionar a estas plantas, luego de acomodarlas en su lugar bajo el sombreadero de los árboles, es apisonar y rellenar la tierra de las bolsas, para posteriormente proporcionarles un riego abundante con la finalidad de evitar la formación de burbujas de aire entre el sistema radicular que puede ser inducido por la manipulación que se tuvo durante el traslado desde el centro de acopio.

Es particularmente importante tener un control estricto del riego de estas plantas mientras se encuentran en las primeras etapas de su recuperación, el exceso de agua puede provocar pudriciones en el sistema radicular y el desarrollo de hongos en el cuello del tallo; mientras que la falta de agua aún en periodos muy cortos o en secciones específicas del sistema radicular contribuye a la deshidratación de las plantas. Se recomienda la aplicación de riegos abundantes y espaciados cuando los recipientes y el sustrato tienen buen drenaje, en vez de riegos someros y frecuentes.

Las plantas en recuperación deben permanecer en la sombra el menor tiempo posible. Cuando se reacomodan las plantas embolsadas en condiciones de luz solar directa se presentan cambios en el comportamiento de las plantas y se debe tener especial cuidado en ajustar el suministro del agua de riego. Puede ser conveniente también el uso de sombreaderos temporales para inducir una adaptación paulatina de las plantas a estas nuevas condiciones.

Una vez que las plantas se han recuperado, si tienen que permanecer en el vivero las labores de mantenimiento se les proporcionan de manera similar a las plantas cultivadas. La poda de raíces que salen de las bolsas, las podas de formación y las podas sanitarias son labores frecuentes en esta etapa. Para facilitar la readaptación de las plantas que se han recuperado a las condiciones del sitio en el cual se van a restablecer es necesario realizar cambios graduales en la intensidad de iluminación y en el suministro de agua. Por tratarse de plantas silvestres es necesario considerar que son más sensibles a la manipulación que las plantas cultivadas.

Con la finalidad de asegurar la supervivencia de las plantas rescatadas, éstas deberán permanecer en el vivero, por lo menos durante ocho semanas antes de ser reubicadas al lugar definitivo. En el caso que las plantas permanezcan en el vivero por más de dos meses, se recomienda que durante su estancia se realice el movimiento de los envases en las platabandas cada tres meses, debido a que las plantas cuando desarrollan raíces nuevas, algunas de éstas sobresalen de los envases y si no se tiene el cuidado necesario penetran al suelo; cuando esto ocurre debe realizarse una poda de raíces.

Se recomienda que el personal lea el manual de Operación de Viveros, Prácticas Seguras en el Sector Forestal de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social<sup>33</sup>. De igual manera es recomendable que las plantas rescatadas permanezcan al menos ocho semanas en el vivero, antes de ser reubicadas a su lugar definitivo; esto con el fin de tener un apropiado desarrollo.

#### *VII.1.2.12. Acciones que aseguren la supervivencia de las especies al menos en un 80%*

Para considerar exitoso el programa de rescate de flora propuesto, se espera lograr la sobrevivencia en vivero del 80% del total de la colecta de 1,367 individuos, rango que puede ampliarse siempre y cuando las plantas extraídas reciban los cuidados necesarios pertinentes para lograr su recuperación, esto durante el tiempo que los individuos permanezcan dentro del vivero.

El manejo de la planta desde el momento de su rescate en campo, hasta su reubicación tiene una gran importancia en el grado de éxito del establecimiento del repoblado forestal. Sin duda un mal manejo de la planta en esta fase puede tener como resultado el fracaso total o parcial en una repoblación en la que todos los demás detalles se hayan cuidado minuciosamente.

A continuación, se establecen una serie de recomendaciones generales que debe tenerse en cuenta a la hora de manejar la planta hasta su establecimiento y que pueden lograr que la sobre vivencia de ser igual o mayor al 80 %. La primera manipulación que sufre la planta es su transporte al lugar de plantación. El mayor riesgo que supone esta fase es la de desecación de la planta en su parte aérea y radicular. La persona que recibe la planta para su almacenamiento ha de cerciorarse de que:

1. El sustrato esté húmedo.
2. Evitar la insolación directa y la desecación por el aire.
3. Asimismo, el apilado de las plantas en el lugar de almacenamiento debe evitar doblamiento de tallos y de raíces, que pueden dar lugar a roturas y heridas a las plantas haciéndolas desechables para su utilización en la plantación.
4. Es muy recomendable el uso de cajas o soportes especiales, que facilitan y mejoran la calidad y el costo del transporte.
5. Es importante recordar que la descarga de las plantas en su lugar de destino ha de realizarse de manera cuidadosa para evitar daños mecánicos.
6. Lo ideal es que la recepción de la planta se produzca en el momento en que se va a realizar su plantación y en entregas sucesivas para evitar almacenamientos prolongados.
7. Lo más importante es que las plantas, tanto en el lugar de almacenamiento, como en el transcurso de la plantación, no reciban insolación directa ni estén expuestas al viento, para evitar su desecación.

---

<sup>33</sup> [http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/prac\\_seg/prac\\_chap/PS-O-Viveros.pdf](http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/prac_seg/prac_chap/PS-O-Viveros.pdf)

*VII.1.2.13. Reubicación de especies*

Las plantas rescatadas serán reubicadas en las áreas a restaurar del proyecto. Para más detalles sobre la ubicación de las áreas por restaurar véase el Programa de restauración anexo. Estas se colocarán en cepas previamente excavadas a las dimensiones recomendadas para favorecer su desarrollo. Los árboles y palmas requerirán de la apertura de cepas anchas y profundas, cuyas dimensiones dependerán del tamaño de la planta a recibir. Por regla general se recomienda abrir cepas dos veces más grandes que el cepellón de la planta que recibirá. Las cepas para las plantas pequeñas deben permitir que todo el contenido de la bolsa quepa en el interior y queden ligeramente por debajo del nivel del suelo de 3 a 5 cm, esto ayudará a la captación de agua de lluvia, necesaria para su crecimiento.

*VII.1.2.14. Densidad de plantación*

El trasplante de las plantas rescatadas al lugar definitivo solo se realizará después que presenten evidencias de recuperación y crecimiento inicial. El traslado de las plantas rescatadas desde el vivero hasta el lugar donde se pretende la reforestación se realizará en carretilla. Después de definir la ubicación de cada planta se abrirán las cepas de acuerdo con el tamaño de las plantas. Se retira la bolsa o el recipiente que las contiene y se depositan en el centro de la cepa, se rellena con tierra fértil, se apisona alrededor de la planta y se aplica un riego abundante. En los sitios en los que no se pueda aplicar el riego la reforestación solo se realizará en el periodo de lluvias y durante o después de alguna precipitación de gran intensidad, en su caso se aplicarán riegos auxiliares.

La distribución de las plantas en las distintas áreas del predio del proyecto no seguirá patrones. Por lo que no se contará con una distribución uniforme de las plantas. Sin embargo, en los trabajos de reforestación se tendrá especial cuidado de lograr una densidad global promedio, se pretende utilizar en su caso una densidad de **714 plantas/ha**, el espaciamiento se expresa como la distancia entre los árboles, dentro y entre las líneas o a veces como un número de árboles por hectárea, subentendiéndose un determinado espaciamiento, sin embargo, también se tomarán en cuenta para la ubicación de las plantas las condiciones óptimas delimitadas por un micrositio<sup>34</sup>.

*VII.1.2.15. Sitio donde serán reubicadas las plantas*

Las plantas rescatadas de las áreas de desmonte de interés del proyecto Ampliación de hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, serán reubicadas como bien se señala en ciertas áreas propuestas a restaurar dentro de la propiedad que abarcan una superficie de aproximadamente 1,130.00 m<sup>2</sup>, no obstante, algunas plantas serán reubicadas en las áreas a conservar para el enriquecimiento de este y protección de los recursos naturales.

*VII.1.2.16. Actividades de reforestación y reubicación de planta*

Una de las principales medidas de prevención que se tomarán para lograr alcanzar las metas de sobrevivencia de más del 80% que han sido planteadas como parte del Programa se realizará la contratación de personal capacitado y con experiencia en reforestación y reubicación de plantas.

---

<sup>34</sup> “El micrositio es un área pequeña que tiene un lugar, que cuenta con características diferentes del área circundante, como son temperaturas más favorables y mayor disponibilidad de humedad y/o nutrientes. Diversos autores observaron que el sitio más favorable para la regeneración corresponde a micrositios. Estos micrositios son aprovechados en las plantaciones de restauración. Beaufait et al. (1984) refieren la importancia de plantar al noreste de tocones y rocas para tomar ventaja de su sombra.”

La reforestación o reubicación de las plantas en las áreas propuestas por el proyecto se realizará posteriormente a la finalización de cada etapa de construcción, lo que ayudará a que las plantas se repongan del estrés y puedan tener una suficiente aclimatación; una vez seleccionados los sitios donde se establecerán las plantas por regla general se recomienda abrir cepas dos veces más grandes que el cepellón de la planta que recibirá, por lo que se estima se realizarán pocetas en promedio de al menos 25 centímetros de diámetro y una de profundidad 30 cm dependiendo del diámetro y profundidad de la planta considerando que este puede ser mayor y así lograr aflojar el suelo para facilitar el desarrollo de raíces y obtener un buen drenaje, además se recomienda añadir una capa de suelo de buena calidad de la misma materia orgánica del sitio.

Una vez que se ha abierto la cepa se procede a la plantación. Las plantas deben ser colocadas en su cepa con el cepellón intacto. Se debe evitar que las raíces se aplasten sosteniendo la planta de tal manera que la marca que la tierra ha dejado en el tallo se encuentre al nivel del suelo, en estas condiciones se rellena la cepa con la mezcla indicada previamente, procurando no dañar las raíces. Sin embargo, si el suelo en los alrededores es compacto, es preferible plantarla más en la superficie, formando un montículo, y que al asentarse la planta se forme un cajete en el que se acumule agua, pues esto podría evitar la disipación del agua.

Tras colocar la planta debe apisonarse el suelo con la finalidad de eliminar bolsas de aire. Inmediatamente después deben regarse abundantemente y mantenerse humedecidas por al menos los siguientes cinco días, para reducir el estrés debido a la plantación. Luego, el riego podrá ser cada tercer día. Algunas plantas requerirán de la aplicación de enraizadores, los que pueden aplicarse diluidos con el primer riego. Para mantener la planta en su lugar debido al tamaño será necesario el uso de guías tirantes o cuerdas. Las palmas requieren además que se amarren las hojas para evitar que el viento las mueva demasiado y se dañen las raíces con el vaivén. En todo caso deberá evitarse infringir daños a la planta por estas acciones.

Una vez que se haya realizado el rescate de palmas se implementará una supervisión permanente a través de un etiquetado para observar el comportamiento de las plantas rescatadas en esta zona. Como una medida para lograr tener un porcentaje de sobrevivencia de las plantas rescatadas se llevarán a cabo inventarios frecuentes y labores culturales como riego adecuado y un humedecimiento continuo sin que en ningún momento pueda producirse encharcamiento.

*Cuadro 109. Material de trabajo y equipo requerida para efectuar el rescate y reforestación.*

<b>Equipo de trabajo</b>	<b>En que se ocupa</b>	<b>Cantidad</b>
Picos	Banqueo	2
Palas	Banqueo	2
Rastillo	Preparación del terreno	1
Bolsas de polietileno	Plantación	1,500
Martillo	Preparación de bolsa	2
Clavos (gramos)	Preparación de bolsa, letreros	50
Costales de yute	Traslado de plantas	40
Tela de paño (m)	Protección de raíces	40
Cubetas	Preparación de soluciones	3
Tambo de plástico (200 L)	Preparación de soluciones	1
Plantador	Plantación	1

Equipo de trabajo	En que se ocupa	Cantidad
Tijeras de podar	Poda, corte, preparación de estolones	2
Machetes	Poda, corte, preparación de estacas	3
Navaja	Corte, preparación de acodos	2
Manguera de 30 m	Riego	1
Tinaco (1,100 L)	Almacén de agua	1
Carretilla	Manejo de plantas en vivero, acarreos	1
Aspersor de mano	Fertilización, control de plagas	2
Alambre (Kilo)	Preparación de acodos	1
Escoba	Limpieza del vivero	2

Cuadro 110. *Requerimientos de personal para la ejecución del programa de rescate de flora*

Personal	Proceso en que se ocupa	Cantidad
Especialista	Supervisión de rescate y manejo de plantas en vivero	1
Viverista	Manejo de plantas en vivero	1
Peón	Labores de rescate de plantas	3
Auxiliar de vivero	Manejo de plantas en vivero	1

VII.1.2.17. *Señalización de las zonas de reubicación de las especies forestales*

En el marco de este programa se contempla la instalación de señalamientos ambientales que consistirán en carteles donde se presenta de manera clara las zonas de reforestación, así como de concientización a la población para cuidar de dichas áreas. Véase Figura 102.



Figura 102. *Señalización ambiental para la identificación de las áreas de reforestación, así como, de concientización a la población en general.*

VII.1.2.18. *Cronograma de actividades*

Para las actividades de rescate de flora, las acciones de preparación de sustrato se realizarán conforme avance el rescate de los individuos y se ejecutarán simultáneamente con las actividades de banqueo de plantas y embolsado. Todas las plantas serán mantenidas en el vivero por un periodo de tiempo antes de ser reubicadas en el proyecto.

Las actividades de reforestación quedan sujetas a conforme se liberen las áreas destinadas, y esta se encuentren ya en condiciones óptimas para soportar la vegetación. El mantenimiento de la planta *in situ* comenzará a partir del momento de plantar los ejemplares, siendo responsabilidad del contratista los



primeros dos meses de mantenimiento, transcurridos los cuales el mantenimiento estará a cargo del personal responsable que designe para estas actividades el promovente del proyecto.

*Cuadro 111. Cronograma general de actividades para los trabajos de rescate de plantas en la SCUSTF del sitio del proyecto.*

	1				2				3				4			
PREPARACIÓN DEL SITIO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
A) RESCATE DE VEGETACIÓN																
1) Acondicionamiento de vivero provisional																
2) Rescate selectivo de vegetación																
3) Traslado de plantas al vivero																
4) Mantenimiento de plantas en vivero																

**VII.1.2.19. Resultados esperados**

Este programa se elaboró con el fin de minimizar el impacto del desmonte, con la intención de salvaguardar la riqueza florística del sitio en donde se llevará a cabo el proyecto, por lo que los ejemplares rescatados luego serán reintroducidos por medio de actividades de reforestación en ciertas áreas propuestas a restaurar dentro de la propiedad que abarcan una superficie aproximada de 1,130 m<sup>2</sup>, aunado a lo anterior, algunas plantas serán reubicadas en las áreas a conservar para el enriquecimiento de estas y protección de los recursos naturales.

**Indicadores de éxito del programa**

1. Se espera que la reforestación de las áreas con una densidad promedio de 714 plantas por hectárea.
2. Se espera la sobrevivencia de al menos el 80% de los ejemplares reforestados.

**VII.1.3 Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre**

La vida silvestre constituye un patrimonio de incalculable valor. De hecho, su inmensa diversidad coloca a México como una región especial. Por si fuera poco, el alto grado de endemismos que presentan las especies al interior de sus fronteras incrementa aún más la importancia de concentrar esfuerzos que den como resultado su conservación.

La fauna silvestre es un elemento natural indispensable para el adecuado desarrollo de la estructura y funcionalidad de cualquier ecosistema. Esto considerando que funge como un agente importante que determina en gran medida la distribución de la vegetación en un determinado ambiente. En este sentido, la fauna puede considerarse como un recurso natural renovable siempre que su abundancia y estructura no se encuentren al borde de la extinción. Durante el desarrollo de la humanidad la fauna ha sido considerada como un elemento importante de la naturaleza con ciertos valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, razón por la cual su protección y conservación resulta imperante.

Por lo anterior el presente Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre, se presenta como una propuesta de acciones preventivas, de protección y conservación de fauna silvestre que pudieran resultar afectadas, por el desarrollo del proyecto.

El reconocimiento de la fauna realizado en el sitio del proyecto y el análisis de los resultados, permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el rescate ecológico de la fauna (en caso de ser necesario), cuyo objetivo es contribuir y minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados donde se desarrollará el proyecto. Para la conservación de la fauna silvestre es necesario aplicar estrategias de manejo dirigidas a las áreas donde habitan, cabe aclarar que el manejo es un concepto ligado a la gestión y tiene como objetivo aumentar poblaciones de fauna, mantener sus poblaciones, disminuir esas poblaciones, o dejarlas únicamente para conservación; que para el caso particular del proyecto el manejo sólo estará ligado a mantener sus poblaciones y conservarlas a nivel de especie.

Un aspecto importante por considerar durante el rescate es el movimiento de la fauna desde una población local a otra determinada, a este movimiento se le llama dinámica de metapoblaciones que es un conjunto de poblaciones locales que interactúan entre sí a través del movimiento de individuos. La ecología de metapoblaciones presume de forma simplificada, que el hábitat adecuado para una especie de interés se manifiesta como una red de parches o hábitats separados entre sí, los cuales varían en tamaño, grado de aislación y calidad.

Otro aspecto considerable, es conocer el grado de movimiento de las especies entre parches, ya que estos pueden cubrir kilómetros en especies de gran capacidad de movimiento o bien unos pocos metros entre organismos con movilidad limitada. En algunos casos los parches pueden estar conectados por corredores biológicos, los cuales pueden ser parches alargados, cursos de agua o incluso caminos y carreteras. En el área a aprovechar se plantea implementar el presente Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre como parte de las medidas de mitigación y atenuación propuestas por el promovente para minimizar los posibles impactos hacia la fauna asociada al sitio, con la finalidad de asegurar la integridad física de la fauna silvestre que ocupa el área de interés.

Para alcanzar tal fin se plantean dos acciones: protección y rescate. La primera consiste en realizar actividades que promuevan el desplazamiento de la fauna hacia las áreas adyacentes a los sitios de intervención, en donde se presenta vegetación de las mismas características. Estas actividades se consideran idóneas debido a que se evita la manipulación de los individuos y se reduce el riesgo de que se lastimen en su intento por huir o liberarse.

La segunda consiste en el rescate mediante la captura de los individuos, lo cual involucra la contención temporal, traslado y reubicación. Estas actividades **sólo se realizarán en casos excepcionales, siempre y cuando no se obtengan los resultados deseados al aplicar la primera opción**, ya que la captura y/o manipulación de la fauna puede provocar estrés, modificar su conducta, y es en este estado en el cual corren el riesgo de daño (y en algunos casos también de provocar daño a las personas).

En cualquier caso, estas actividades deben realizarse antes que se lleve a cabo el desmonte de las superficies contempladas en la etapa de preparación del terreno, por conducto de personal especializado y con experiencia comprobable. Es primordial que los desmontes se realicen por etapas y en un solo frente de trabajo, con la finalidad que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones. Lo anterior facilitará el trabajo de rescate ecológico, ya que los esfuerzos se concentrarán hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas, troncos y huecos principalmente).

En este sentido, a continuación, se presenta el “Programa de rescate y Ahuyentamiento de fauna silvestre” el cual describe las medidas de reubicación de especies, durante la etapa de cambio de uso de suelo del proyecto; a fin de proteger y conservar los individuos presentes en el área de CUSTF. No se pretende manipular ni aplicar técnicas de captura, las cuales generan perturbación y estrés en los organismos, excepto cuando por razones de salud, limitaciones de su locomoción o alguna otra situación especial que se requiera como medida emergente, bajo estos casos se implementará el manejo especial para captura e inmediata liberación dentro de un área de conservación en el mismo predio.

#### *VII.1.3.1. Objetivos del programa*

Con base en lo anterior, se elaboró el presente programa con los siguientes objetivos:

- Contribuir a la mitigación de los impactos adversos que habrá de producir el desmonte y despalme producto del cambio de uso de suelo sobre la fauna que habita en el área del proyecto.
- Contribuir a la reubicación de fauna silvestre con especial énfasis en la enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Coadyuvar a la conservación de la diversidad faunística del sistema ambiental en donde se ubica el sitio de interés.
- Cumplir con la Ley General de Vida Silvestre y la normatividad aplicable a la protección de la fauna silvestre.
- Salvaguardar la vida de las especies de fauna silvestre presentes en el área que será afectada por el cambio de uso de suelo forestal para el proyecto.
- Establecer los procedimientos para realizar la captura, manejo, traslado y reubicación de las especies registradas en el predio del proyecto en estudio.

#### *VII.1.3.2. Alcances*

El programa establece métodos de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies, con los cuales se pretende mitigar los impactos causados a la fauna por las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal, y a su vez coadyuvar a la conservación de la diversidad faunística en el sistema ambiental, con énfasis en las especies que se encuentran enlistadas bajo estatus de riesgo en la Norma Oficial Mexicana Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

El reconocimiento de la fauna realizado en el sitio de interés y CUSTF y el análisis de los resultados, permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el rescate ecológico de la fauna, cuyo objetivo es contribuir y minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados donde se desarrollará el proyecto.

En la Figura 103 se presenta el diagrama de flujo para las actividades de rescate de fauna y en los párrafos siguientes se presenta su descripción.

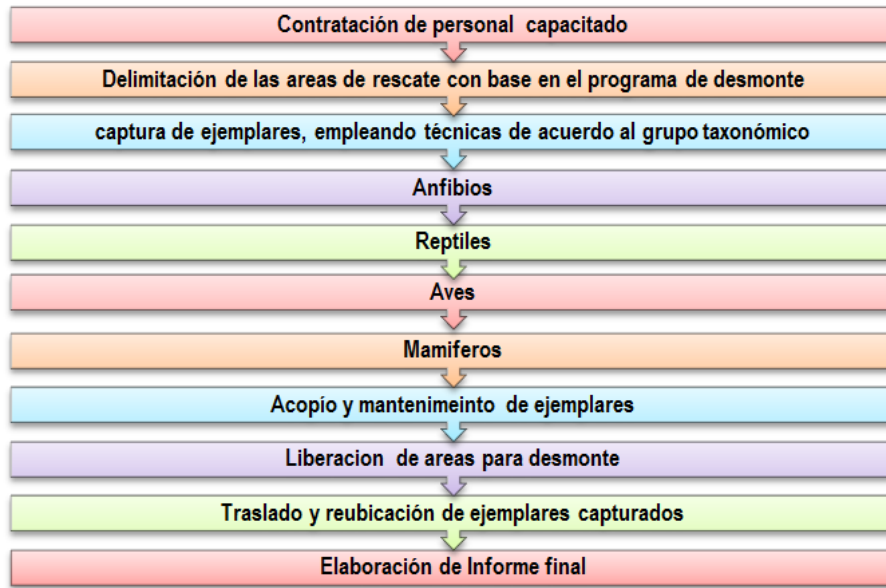


Figura 103. Diagrama de flujo para la realización del Programa de rescate de fauna silvestre. No se pretende manipular ni aplicar técnicas de captura, las cuales generan perturbación y estrés en los organismos, excepto cuando por razones de salud, limitaciones de su locomoción o alguna otra situación especial que se requiera como medida emergente.

#### VII.1.3.3. Especies susceptibles de rescate ecológico o ahuyentamiento en el sitio del proyecto

Durante los trayectos realizados para la caracterización de la fauna se registró una baja incidencia de fauna silvestre en comparación con las especies potenciales reportadas para el sistema ambiental, esto probablemente se deba a que el área de CUSTF y predio tiene menor variación de ecosistemas que el sistema ambiental.

De acuerdo con la caracterización de fauna en la zona del proyecto, las especies susceptibles de rescate ecológico o ahuyentamiento en el sitio del proyecto corresponden a las especies que se registraron en campo, con especial atención a las especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Los resultados obtenidos del trabajo de campo se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 112. Concentrado de los resultados de campo obtenido por medio de recorridos, así como de las especies ampliamente reportadas para la zona susceptible de rescate en el área del proyecto.

No.	Familia	Especie	Nombre común
<b>Reptiles</b>			
1	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok
2	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo Pardo
3	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana Negra de Cola Espinosa
<b>Aves</b>			
1	Cardinalidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabeza Negra
2	Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita Mielera
3	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común
4	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma De Collar Turca

No.	Familia	Especie	Nombre común
5	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca
6	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara Pea
7	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
8	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Calandria Dorso Naranja
9	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro
10	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Calandria Dorso Amarillo
11	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor
12	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor
13	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle Tropical
14	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje
15	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Perico Frente Blanca
16	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio
17	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café
18	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo
<b>Mamíferos</b>			
1	Agoutidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque
2	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí
3	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla

Del listado previo destacan tres especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y que se muestran en el Cuadro 113.

Cuadro 113. Especies bajo estatus de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	Estatus
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana Negra de Cola Espinosa	Amenazada
<i>Aratinga nana</i>	Perico Pecho Sucio	Sujeta a Protección Especial
<i>Amazona albifrons</i>	Perico Frente Blanca	Sujeta a Protección Especial

#### VII.1.3.4. Contratación de personal capacitado

La captura de la fauna silvestre requiere de personal ejemplar capacitado en la captura y manipulación de fauna silvestre, por lo que el personal que intervenga en esta actividad deberá demostrar que cuenta con la suficiente experiencia de trabajos de este tipo en la zona.

#### VII.1.3.5. Delimitación de áreas de rescate

Para la identificación y selección de los sitios donde se llevará a cabo el rescate de fauna silvestre se utilizará un plano con la ubicación de las áreas de desmonte, destacándose los sitios que de manera cronológica se van a desmontar. Mediante esta acción se programarán con el encargado del desmonte los recorridos en los que se tratará de identificar las madrigueras en las que se encuentren las especies de fauna silvestre.

#### VII.1.3.6. Acciones de protección tendiente a ahuyentar a la fauna

Esta técnica consiste en la no manipulación a la fauna silvestre, por lo que se propone alejar a los individuos que se localicen dentro del área de desplante del proyecto, evitando en todo momento la contención o contacto directo con ellos. Para ello se plantea hacer recorridos a lo ancho de las áreas de intervención en zig-zag, con dirección Este y Oeste o viceversa, con la finalidad de dirigir el desplazamiento hacia las áreas en breña colindantes.

Los recorridos por la SCUSTF se realizarán en dos turnos cada día, por la mañana y por la tarde para ahuyentar al mayor número de especies como sea posible debido a las dimensiones del área de CUSTF, la actividad podrá realizarse con dos o tres personas. Cada persona portará una vara de 2 a 3 m de longitud durante el recorrido, la vara puede ser de madera u otro material duro. La persona, durante el recorrido se desplazará haciendo movimientos semicirculares (con una amplitud de 180°) con la vara de tal manera que antes de su paso mueva la vegetación a nivel de piso. Véase Figura 104.

Esto provocará la huida de la fauna, pues ante la presencia o actividad humana los mismos individuos se desplazan inmediatamente a las áreas más seguras. Esta acción también servirá para prevenir a la persona de la presencia de algún animal riesgoso como víboras; pese a que no se registró evidencia de la presencia de estos animales, es mejor tomar precauciones.

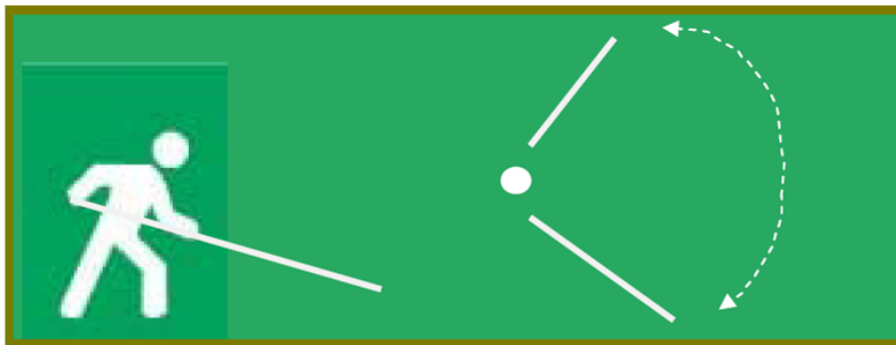


Figura 104. Procedimiento para ahuyentar fauna silvestre. A la izquierda la imagen muestra la forma de avance a lo largo de la trayectoria que se determine. A la derecha se muestra una vista aérea que muestra el movimiento semicircular que se realizará con la vara entre 90 y 180°.

**Ventajas.** Muy efectiva, no implica costos ni daño físico al ejemplar; y desde luego, es práctico para ser aplicado por cualquier persona con capacidad de habla. **Desventajas.** Requiere del conocimiento y la experiencia previa para aplicar el sonido correcto según la especie; debe aplicarse a una distancia prudente de tal manera que el sonido emitido pueda llegar al campo auditivo del animal. Es ineficiente para especies que carecen del sentido auditivo o que perciben ondas sonoras de baja frecuencia.

**Reflectores.** Este método consiste en utilizar reflectores de alta luminosidad buscando generar un cambio en las condiciones naturales del ambiente y crear un estrés en los animales. El uso de los reflectores se debe hacer durante la noche, con este se busca alterar las condiciones naturales de oscuridad e impedir que los animales no puedan dormir y requieran desplazarse del lugar para hacerlo. Este método se emplea principalmente para aves y mamíferos; se recomienda instalarlos cerca de lugares donde se establecen nidos o madrigueras, dos o tres días previo a las actividades de desmonte. Véase Figura 105.



*Figura 105. Reflectores utilizados para ahuyentar alterando las condiciones naturales de oscuridad.*

**Reproducción de sonido.** Busca simular la presencia de personas, maquinaria operando, animales depredadores, entre otros; con lo cual se genere estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento. Durante la aplicación de esta metodología se utiliza un bafle o parlante amplificador de sonido (mínimo 30Wats de potencia, dependiendo del tamaño del área), con una grabación que se reproduzca continuamente. Se debe ubicar en un lugar estratégico en el cual se logre abarcar en la totalidad el área que se quiere ahuyentar. Es recomendable No dejar la grabación de forma continua por mucho tiempo, puesto que se puede volver normal para los animales, se recomienda dejarla 50 minutos y suspenderla 10 minutos.

#### *VII.1.3.7. Sitios de reubicación mediante el ahuyentamiento*

Se prevé el desplazamiento gradual hacia zonas aledañas en dirección norte o sur, es decir conforme el avance de actividades, Sin embargo, como se observa en la Figura 106 el sitio de interés está compuesto en su mayoría por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, por lo que cualquiera que sea la dirección que tomen los especímenes, se prevé que el nuevo hábitat será similar a su hábitat actual.



Figura 106. Dirección potencial para el desplazamiento de la fauna con respecto a la superficie propuesta para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.

#### VII.1.3.8. Captura de ejemplares empleando técnicas de acuerdo con el grupo taxonómico

**Anfibios.** Para localizar anfibios se utilizará la técnica de búsqueda intensiva en oquedades del suelo, troncos y hojarasca. Una vez localizado el individuo, con mucho cuidado se procede a su captura con el auxilio de guantes de carnaza o red de malla fina en caso de que se observe en una oquedad de difícil acceso. Una vez capturado el individuo se coloca en la bolsa de tela y se asegura la boca con el mismo cordel manteniendo los individuos a la sombra de la vegetación y evitando en todo momento que las bolsas de lona queden expuestas directamente al sol o temperaturas que rebasen 25 °C. Concluida las actividades diarias, se anota en la bitácora correspondiente los datos relativos a la especie y sitio de colecta para ser trasladado al sitio de acopio temporal.

**Reptiles.** Al igual que en el caso anterior, la localización de los reptiles será mediante la técnica de búsqueda intensiva en oquedades del suelo, troncos y hojarasca, realizando la actividad con mucha precaución para evitar incidentes desagradables por el encuentro de ejemplares venenosos. Para este grupo de organismos se utilizarán diferentes tipos de ganchos que eviten daños al organismo y accidentes a las personas encargadas de la captura.

La captura de las lagartijas y similares puede ser en forma manual o con la ayuda de un lazo con nudo corredizo adosado a un tubo de aluminio o PVC. En su extremo distal se coloca el nudo corredizo y al ser



localizado el individuo se procede a acomodar el asa del nudo en la base del cuello o algún miembro, para posteriormente jalar con cuidado hasta que se cierre el nudo y sea capturado el organismo. En este proceso se debe tener particular cuidado en evitar la asfixia del individuo o dislocaciones del miembro atrapado.

Otra técnica utilizada pero que requiere de habilidad, es el uso de ligas que se disparan hacia el animal cuidando que no sea con fuerza excesiva de tal manera que éste pueda resultar lastimado con el propósito de aturdirlo momentáneamente y poder agarrarlo antes de que se recupere. Independientemente de la técnica de captura empleada, la manipulación del individuo para proceder a depositarlo en el interior de la bolsa de tela consiste en sujetarlo por el cuello con los dedos índice y medio y posteriormente inmovilizarlo por el cuello con los dedos pulgar e índice, nunca por la cola ya que es desprendible.

Realizado lo anterior, se procede a introducir al organismo en la bolsa de tela y se cierra con el cordel de la jareta, en el caso de los anfibios no se deben exponer directamente al sol o temperaturas que rebasen 25 °C. En el caso de víboras y serpientes es indispensable utilizar guantes de carnaza gruesos y ganchos herpetológicos para evitar accidentes. El primer paso consiste en asegurar que existe espacio libre de obstáculos para realizar la captura que consiste en levantar con cuidado la serpiente, evitando movimientos bruscos, para favorecer que se enrosque en la punta del gancho.

Posteriormente, se procede a depositarla con suavidad en el interior de la bolsa de lona gruesa que debe estar en el suelo. Una vez en su interior y con la ayuda del gancho, se levanta la boca de la bolsa y se cierra con mucho cuidado asegurando firmemente con el cordel de la jareta. En el caso que la víbora o serpiente se muestre reacia a ser capturada por el procedimiento anterior, será necesario utilizar las pinzas herpetológicas para sujetar por debajo de su cabeza mediante una presión suave pero firme; es común que la serpiente o víbora intente escapar y realice movimientos violentos, por lo que debe estar sujeta firmemente hasta que se introduce en la bolsa de lona gruesa.

Para lo anterior, en primer lugar, se introduce el cuerpo del individuo y se suelta la mano que sostiene el cuerpo para proceder con el resto del cuerpo. Una vez que el individuo se encuentra en el interior de la bolsa de lona, por el exterior se sujeta firmemente la cabeza de la víbora o serpiente para permitir soltar la mano que se encuentra en el interior y una vez fuera cerrar el costal con la ayuda de un cordel corredizo.

En caso de especies venenosas se requiere utilizar cubetas de plástico con tapa y perforaciones para permitir la ventilación. En este caso el procedimiento es similar y se debe asegurar que la tapa cierra firmemente para evitar la fuga que puede provocar un accidente.

Una vez que el individuo se encuentre en la bolsa de lona o cubeta, deberá etiquetarse indicando la especie y colocando además una cinta de color rojo en caso de que la especie sea venenosa. La transportación de víboras y serpientes debe realizarse con toda precaución y es necesario introducir los sacos de lona con los individuos capturados en cubetas de plástico con la tapa perforada para permitir la ventilación. Las cubetas deben mantenerse a la sombra y evitar su exposición a la luz solar directa o en sitios con temperaturas superiores a 25 °C.

**Aves.** Este grupo de organismos tiene una amplia movilidad, de tal manera que no se requiere realizar su captura para trasladarlas a otro sitio. Sin embargo, es necesario realizar las siguientes actividades para el caso que se observen nidos con huevos o polluelos.

A partir de los recorridos realizados, se debe obtener evidencia de nidos ocupados por aves tanto en el follaje como troncos de los árboles. Una vez localizados los nidos y con la seguridad de que tienen huevos o polluelos, se marcarán los árboles y se establecerá una zona de seguridad en un radio de 10 m a su alrededor donde no podrá ser desmontada la vegetación hasta que los juveniles abandonen por sí mismos el nido.

En caso de que sea estrictamente necesario realizar el desmonte, se procederá a cortar cuidadosamente la rama o tronco con el nido y en presencia de los padres reubicarlos en un sitio alejado al menos 20 m del área de desmonte más próxima. Realizado lo anterior, se mantendrá una vigilancia permanente hasta asegurar que los padres continúan con la atención de las crías y en un lapso que no rebase 6 horas. En caso de que no se realice el cuidado parental, será necesario recuperar los huevos y crías y proceder a un manejo especial para que reciban los cuidados necesarios hasta que sean capaces de valerse por sí mismos.

**Mamíferos.** Este grupo de vertebrado presenta una amplia movilidad y una marcada conducta de cuidado parental, por lo que se estima que no será necesario realizar acciones específicas para su captura; ya que los padres generalmente transportan a sus crías a una nueva madriguera cuando perciben que existe peligro hacia ellas.

Sin embargo, no se excluye la posibilidad que algunas crías requieran ser capturadas, siendo este el caso deberá ser colocadas en jaulas acordes al tamaño del individuo y trasladados al sitio de acopio temporal donde se les proveerá de agua y alimento de acuerdo con sus requerimientos dietéticos, manteniéndolos lo más aislados posible para evitar que se asusten y lastimen. Estos individuos a la brevedad deben ser trasladados a un sitio donde alcancen su desarrollo y puedan valerse por sí mismos; evitando a toda costa que personal de la obra los adopte como mascotas.

En el caso particular de que se detecten quirópteros que habitan oquedades en tronco y suelo, serán desalojados a través de un ahuyentamiento directo o con la ayuda de un sahumador utilizado en apicultura. En el primer caso y si la oquedad es suficientemente amplia, el personal encargado del rescate se introducirá en el sitio y obligará a que lo abandonen. En el caso que la oquedad sea pequeña y no pueda realizarse el ahuyentamiento en la forma antes descrita, se utilizará un sahumador para que el humo obligue al abandono de la cueva. Una vez que los quirópteros desalojen el sitio, las entradas deberán ser cerradas con ramas y troncos a fin de evitar al máximo que los individuos vuelvan a ingresar.

Es fundamental que el personal encargado de esta actividad cuente con lentes de seguridad y máscaras con filtros adecuados para evitar enfermedades transmitidas por las esporas de hongos que crecen en cuevas con elevada humedad y utilizan como sustrato el guano de murciélagos insectívoros.

#### *VII.1.3.9. Método de trampeo*

**Descripción del método:** Consiste en la colocación de trampas según el grupo faunístico y tiene por objeto capturar al ejemplar para ser retirado del sitio.

**Ventajas.** Garantiza el retiro del ejemplar del área de aprovechamiento proyectada y puede ser aplicado por dos o menos personas. **Desventajas.** Requiere de experiencia y conocimientos previos sobre el manejo y uso de las trampas según el grupo faunístico, esto implica costos según la calidad de las trampas y su aplicación deber ser realizada por un especialista en la materia, ya que esta práctica ocasiona estrés

prolongado en el animal y en casos extremos puede provocar su muerte; demanda muchas horas hombre. El cebo utilizado en las trampas puede resultar un atrayente para fauna no deseada.

No se omite manifestar que se evitará en todo momento hacer uso de este método, excepto cuando por razones de salud, limitaciones de su locomoción o alguna otra situación especial que limite el desplazamiento del ejemplar y verdaderamente ponga en riesgo la vida del animal se utilizará el método de trapeo como medida emergente.

**Aplicación por grupo faunístico:** Aves, reptiles y mamíferos.

Algunas de las trampas que se utilizan comúnmente son las Sherman, Tomahawk y redes de niebla como las que presenta en la siguiente Figura 107.



Figura 107. Tipos de trampas

#### VII.1.3.10. Método de captura directa

**Descripción del método:** Consiste en el uso de instrumentos y equipo de contención, cuyo objetivo principal es inmovilizar al animal para evitar que éste se dañe o se le pueda causar una lesión al momento de ser manipulado.

**Ventajas.** Garantiza el retiro del ejemplar del área de aprovechamiento proyectada y puede ser aplicado por una sólo persona. **Desventajas.** Requiere de experiencia y conocimientos previos sobre el manejo y uso de los instrumentos. Implica un costo medio según la calidad del equipo utilizado. Su aplicación debe ser realizada por un especialista en la materia y puede ocasionar estrés prolongado en el animal. Demanda gran esfuerzo físico y capacidad técnica para manipular al ejemplar.

Se evitará en todo momento hacer uso de este método, excepto cuando por razones de salud, limitaciones de su locomoción o alguna otra situación especial que limite el desplazamiento del ejemplar y verdaderamente ponga en riesgo la vida del animal se utilizará el método de captura directa como medida emergente.

**Aplicación por grupo faunístico:** Reptiles y mamíferos.

Algunos de los instrumentos que se utilizan comúnmente son las pinzas, ganchos herpetológicos, redes y lazos con tope, según el grupo faunístico que se maneje. Algunos ejemplos se muestran en las imágenes siguientes Figura 108.

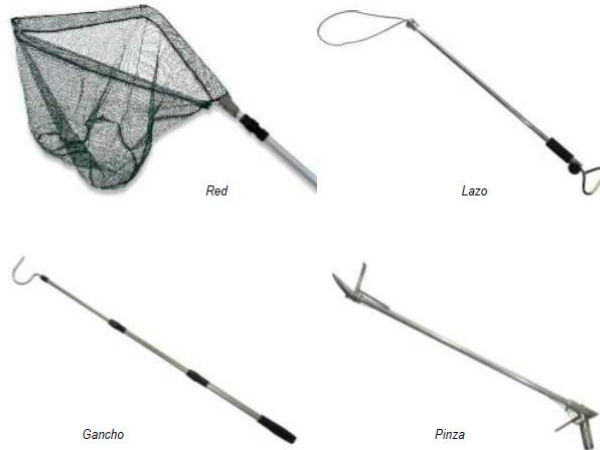


Figura 108. Tipos de instrumentos y redes.

#### VII.1.3.11. Acopio y mantenimiento de ejemplares

El manejo de los individuos rescatados deberá aplicar los siguientes procedimientos por grupo de vertebrados, brindando siempre la alimentación y cuidados necesarios mientras dure su confinamiento temporal antes de su reubicación. Para evitar o en su caso reducir el riesgo de daño para el ejemplar capturado con los métodos activos, se seguirán las siguientes reglas de operación:

**Regla 1.** La captura del animal deberá realizarse en las primeras horas de la mañana, a media tarde o en la noche, con la finalidad de evitar las altas temperaturas, ya que estas pueden ocasionar la deshidratación del ejemplar y en consecuencia su muerte.

**Regla 2.** Tras la aproximación al animal objeto de la captura, éste deberá ser inmovilizado con seguridad y rapidez.

**Regla 3.** Si durante las operaciones de aproximación hacia el animal se detecta que tiene alguna lesión de aparente gravedad, se procederá a retirarse a una distancia prudente y se descartará su captura.

**Regla 4.** Si durante el manejo y contención del ejemplar se produce algún daño físico sobre el mismo, éste tendrá que ser trasladado a un hospital veterinario donde una vez recuperado de las heridas, se devolverá a su hábitat original.

**Regla 5.** Una vez capturado el ejemplar, éste deberá ser liberado de manera inmediata; sin embargo, en caso de que el ejemplar requiera estar bajo observación antes de ser liberado, éste no podrá permanecer en dicha condición por más de una hora.

**Regla 6.** El equipo utilizado en la captura deberá estar en óptimas condiciones de uso (libre de óxido, metales sueltos, enmendaduras y piezas dañadas, entre otros).

**Regla 7.** En ningún caso podrá utilizarse como mascota el ejemplar capturado.

**Regla 8.** Queda estrictamente prohibida la comercialización del ejemplar capturado.

*VII.1.3.12. Sitios de reubicación*

Como sitio de liberación para la fauna silvestre que pudiera ser rescatada durante la ejecución del proyecto, se propone realizar su reubicación en un área colindante a la SCUSTF considerando que poseen el mismo tipo de vegetación que será afectado con el cambio de uso de suelo (VSA/SMQ), y se ajusta al modelo conceptual de las metapoblaciones; ya que implica el traslado de individuos desde un parche en donde su hábitat es afectado (removido), hacia un lugar que presenta un hábitat de condiciones similares (si no es que idénticas) y donde eventualmente puede existir otra población de la misma especie.

*VII.1.3.13. Elaboración de informe final en caso de que se requiera la implementación de acciones de rescate*

Una vez ejecutado el Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre se elaborará el informe final, tomando como punto de partida las bitácoras del rescate y memorias fotográficas. En dicho informe se concentrarán los resultados obtenidos, complementando la información con sugerencias y recomendaciones surgidas de la experiencia de trabajo a fin de contribuir al mejoramiento de futuros rescates ecológicos de fauna.

*VII.1.3.14. Cronograma de actividades*

La aplicación del Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre se ejecutará previo a las actividades de desmonte y despalme, durante las semanas 2 a 20 del cronograma de obra, contadas a partir del inicio de los trabajos. Los resultados del cumplimiento del presente Programa, así como la evidencia fotográfica y documental se incluirán dentro de Informes a las autoridades competentes.

*VII.1.3.15. Resultados esperados*

Con el desarrollo del presente programa se espera lograr el desplazamiento de la fauna silvestre hacia áreas con el mismo tipo de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia a las zonas aledañas a la superficie de CUSTF, sin la necesidad de realizar capturas que perturben o estresen a la fauna presente.

**Indicador de éxito.** Se considerará exitoso en la medida que se registre un número bajo de ejemplares en el área a intervenir, específicamente durante las actividades de desmonte y despalme. Sin embargo, a largo plazo el programa se considerará exitoso con la permanencia y constancia de las especies de fauna silvestre a lo largo de las áreas que fueron ahuyentadas, para ello se propone el monitoreo de fauna de manera durante toda la vida útil del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Maroma, Riviera Maya.

**VII.1.4 Descripción y valoración de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales potenciales en la etapa de operación y mantenimiento**

Durante la etapa de operación y mantenimiento se proyecta la implementación de varias estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales identificados, mismas que se describen y valoran enseguida.

#### *VII.1.4.1. Estrategias para prevenir la afectación por el manejo inadecuado de residuos sólidos*

Para prevenir el impacto *Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos sólidos* durante la operación se aplicarán las políticas de manejo integral de residuos sólidos que la promotora tiene autorizadas para la operación del hotel Belmond Maroma Resort & Spa (nombre comercial previo al actual Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya), con lo que se asegurará el adecuado acopio, recolección, segregación, almacenamiento temporal y disposición de los residuos sólidos a través de recolectores autorizados.

Conforme a dichas políticas, se aplicarán las siguientes estrategias

- Instalación de la infraestructura necesaria para el acopio temporal de los residuos sólidos que se generen al interior y exterior del inmueble.
- Colocación de señalización inductiva y preventiva en áreas estratégicas del inmueble.
- Capacitación continua y constante al personal operativo respecto de los procesos segregación de residuos por tipo o característica (orgánico/inorgánico; valorizable/no valorizable; peligroso/no peligroso), acopio y almacenamiento diferenciado de residuos, recuperación de residuos valorizables (PET, PEAD, cartón, metales ferrosos y no ferrosos, vidrio (botella), aceite vegetal usado), control (uso de bitácoras).
- Recolección y traslado de los residuos sólidos al área de acopio del hotel, para su almacenamiento temporal diferenciado y posterior disposición a través de los recolectores autorizados con los que se tiene convenio. Tareas a cargo del Chief Steward.
- Contratación de personal de limpieza de áreas públicas.
- Limpieza diaria de la playa y del área de influencia del proyecto.

La implementación de estas estrategias minimizará fuertemente la posibilidad de ocurrencia del impacto ambiental; y aunque el manejo de residuos sólidos involucrará a muchas personas a lo largo de toda la vida útil del proyecto, la posibilidad de afectación del entorno se considera baja (eficiencia de 90%), porque existirá un interés inherente de los operadores del proyecto para asegurar una buena imagen a sus visitantes.

#### *VII.1.4.2. Estrategias para prevenir el impacto por fugas de aguas residuales*

Para prevenir posibles impactos ambientales al ambiente, la promotora diseñó el proyecto con la infraestructura adecuada para la captación y el manejo de aguas residuales; sin embargo, para asegurar que esta no dé lugar a impactos al ambiente se requiere de la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo que reduzca el riesgo de fuga, ya sea por desgaste de la instalación o por el taponamiento de la red. Con esta acción se estima una eficiencia de 90% en la prevención del impacto ambiental potencial.

#### *VII.1.4.3. Implementación de un programa de desempeño ambiental*

A lo largo de las diferentes etapas del proyecto se aplicará el presente Programa de desempeño ambiental, el cual se considera una medida tanto preventiva como de mitigación de impactos ambientales, pues está enfocada a incrementar la eficiencia y oportunidad de la aplicación de todas las medidas preventivas, de

mitigación y de compensación de impactos, mediante el monitoreo regular de indicadores que permitan cuantificar el nivel de cumplimiento ambiental en cada etapa o fase de desarrollo y aportar información para la toma oportuna de decisiones. Los detalles sobre este programa se presentan en el Capítulo VIII de este documento.

## VII.2. VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTO PROPUESTAS

Considerando las medidas preventivas y de mitigación de impacto ambiental propuestas en este documentos se considera que la magnitud de los impactos ambientales potenciales sobre los recursos naturales se reducen de manera importante. Para la etapa de preparación del sitio y construcción los valores de importancia absoluta y relativa que se consiguen representan una reducción de hasta 68%, en tanto que en la etapa operativa el percentil es de 95%. Al considerar en la ecuación el total de los efectos permanentes o persistentes de la etapa de construcción, se tiene que el valor de importancia del impacto ambiental del proyecto reduce en 80% su efecto negativo sobre el ambiente con la aplicación de medidas de mitigación. Véase en el siguiente cuadro los valores obtenidos en cada caso, en tanto que el Cuadro 115 se muestra la matriz resultante de aplicar la tasa de reducción para cada impacto valorado.

De este análisis resulta evidente la importancia de la aplicación oportuna y eficiente de las medidas de prevención y mitigación de impacto que se proponen como parte del diseño de ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.

*Cuadro 114. Valores de importancia de los impactos ambientales absolutos ( $I_{Abs}$ ) y relativos ( $I_{Rel}$ ) obtenidos para la etapas preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento e importancia total considerando los efectos persistentes de la etapa de construcción.*

Etapa	Sin medidas de mitigación	Con medidas de mitigación
Etapa de preparación del sitio y construcción	$I_{Abs} = -335.0, I_{Rel} = -46.5$	$I_{Abs} = -106.1, I_{Rel} = -16.9$
Etapa de operación y mantenimiento	$I_{Abs} = -269.0, I_{Rel} = -33.3$	$I_{Abs} = -12.1, I_{Rel} = -4.8$
Importancia total	$I_{Abs} = -664.0, I_{Rel} = -88.8$	$I_{Abs} = -148, I_{Rel} = -26.2$

## VII.3. IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto, artículo 3, fracción X, un impacto ambiental residual, es *el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*. En este contexto, y considerando que los valores de importancia totales de los impactos ambientales obtenidos para el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya arrojan valor negativo se concluye que habrá impactos residuales.

La remoción de la vegetación en la SCUSTF que se solicita tendrá dos efectos permanentes que trascenderán la etapa o fase en la que ocurren (preparación de sitio y construcción), la reducción en la cobertura vegetal de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en 5.5% de la superficie del sitio del proyecto y la reducción en esa misma magnitud del hábitat disponible para la fauna silvestre.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMOND HOTEL, RIVIERA MAYA

Cuadro 115. Matriz de valoración de impactos ambientales potenciales vinculados a la ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, con la aplicación de medidas preventivas o de mitigación.

Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	Factor Ambiental Afectable	UIP	IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES CONSIDERANDO MEDIDAS DE MITIGACIÓN														Total de efectos operación del proyecto		Total de efectos permanentes de la construcción		Importancia total					
					Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos de obra	Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de aguas negras	Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de sustancias riesgosas	Reducción de la cobertura vegetal en el sitio del proyecto	Alteración temporal del hábitat de fauna silvestre	Generación de empleo en el Sector Construcción	Incremento en la derrama económica en la región	Total de efectos preparación del sitio y construcción		Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de residuos de manejo especial	Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de aguas residuales	Afectación de la calidad del entorno por manejo inadecuado de sustancias riesgosas	Alteración intermitente del hábitat en el sitio del proyecto e inmediaciones	Emisión o transferencia de contaminantes al entorno natural	Generación de empleo el Sector Turismo	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.			
					Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.				
Medio Natural	Medio Abiótico	Agua	Calidad	100		-5.7	-4.0					-9.7	-1.0	-1.9	-1.9	-4.0		-11.5		-19.3	-1.9			-29	-2.9			
		Suelo	Composición	100		-5.7	-4.0	-21					-30.7	-3.1	-1.9	-1.9	-4.0				-7.8	-0.8			-39	-3.9		
		Atmósfera	Calidad	50									0.0	0.0					-11.5		-11.5	-0.6			-12	-0.6		
	Medio Biótico	Playa	Calidad	50								0.0	0.0	-1.9						-1.9	-0.1			-2	-0.1			
		Flora	Cobertura	150				-21				-21.0	-3.2							0.0	0.0	-21.0	-3.2	-42	-6.3			
	Medio Perceptual	Fauna	Hábitat	150	-3.8	-5.7	-4.0	-9.0	-18.0			-40.5	-6.1	-1.9		-4.0	-24.0			-29.9	-4.5	-9.0	-1.4	-79	-11.9			
			Paisaje	Calidad y valor escénico	150	-3.8	-5.7	-4.0	-15			-28.5	-4.3	-1.9	-1.9	-4.0				-7.8	-1.2					-36	-5.4	
Medio Socioeconómico	Medio Económico	Economía	Sector turismo	100		-5.7	-6.0					-11.7	-1.2	-1.9		-4.0							24.0	18.1	1.8	6	0.6	
		Población económicamente activa	Sector construcción	50									0.0	0.0									0.0	0.0		0	0.0	
	Medio social	Población	Empleo	50						18		18.0	0.9										24.0	24.0	1.2	42	2.1	
			Calidad de vida	50							18	18.0	0.9											24.0	24.0	1.2	42	2.1
				1000																								
<b>Total</b>				Abs.	-8	-29	-22	-66	-18	18	18	-106.1	-	-11	-6	-20	-24	-23	72	-12.1	-	-30	-	-148.2	-			
				Rel.	-1.1	-3.4	-2.6	-8.9	-2.7	0.9	0.9	-	-16.9	-1.2	-0.7	-2.4	-3.6	-1.7	4.8	-	-4.8	-	-4.5	-	-26.2	-		



## VIII. PRONÓSTICO AMBIENTAL Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El objetivo de este capítulo es presentar una predicción del comportamiento que tendrá el sitio en un espacio y tiempo determinados bajo diferentes escenarios, considerando la existencia o ausencia del proyecto, así como las medidas preventivas o de mitigación propuestas en el presente estudio.

### VIII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

De no autorizarse la ejecución del proyecto en los términos planteados en el presente estudio no se alcanzaría ninguno de los beneficios socioeconómicos para la población o para sus poseedores, señalados con anterioridad en el presente documento; no obstante es previsible que el hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, retomaría su operación hotelera pero sin incorporar las mejoras operativas planteadas en este documento.

En este escenario no se generan nuevos empleos, no hay una derrama económica distinta a la asociada a la empresa promovente en los años previos al cierre, pero tampoco se suspende la actividad hotelera en el sitio del proyecto y, por supuesto, se conserva la cobertura vegetal de las áreas naturales existente en la actualidad, estimada en 8.07 hectáreas, y con ello se mantendrían los servicios ambientales que brindan al sistema ambiental como son la captura de carbono, captura de agua e infiltración de esta al subsuelo, hábitat, sitio de percha y resguardo temporal de fauna silvestre.

Sin embargo, no ejecutar el proyecto propuesto no signifique una garantía de la conservación perpetua de las áreas verdes naturales que se mantendrían, pues la dinámica natural de los terrenos costeros incluye afectaciones naturales provocadas por eventos meteorológicos, amén de que la actividad hotelera dentro del predio no cesará.

### VIII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO PERO SIN CONSIDERAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Suponiendo que se aprobara el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, pero que la promovente ejecutara las obras y actividades que le autoricen pero no llevara a cabo las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales que se plantean en el presente documento. Aún así las obras estarían dentro de los límites aceptables de aprovechamiento del territorio que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad para la UGA 17, que permite hasta 35% de aprovechamiento de la superficie del territorio. Es posible incluso que la ejecución de las obras y actividades no den lugar a impactos significativos sobre la flora y la fauna y no se aprecie una reducción significativa de los servicios ambientales en el sistema ambiental, por que las áreas a intervenir representan apenas 0.002% de la extensión del sistema ambiental.

La ejecución de las obras aportarían mejoras y eficiencia al hotel Maroma y es de esperarse que ello vendría aparejado con beneficios económicos para la empresa promovente, así como beneficios sociales y económicos para la población local, derivados tanto de la inversión inicial de la promovente como de los costos de operación del inmueble que incluyen el pago de impuestos, derechos y aprovechamientos en los tres niveles de gobierno, la generación de empleos directos e indirectos y la demanda de bienes de consumo y servicios.

Por supuesto este escenario implica también la generación de residuos sólidos, aguas residuales, tránsito

de personas en la vecindad de áreas con vegetación natural, generación de ruido y contaminación lumínica, lo que supone incremento en la presión para la flora y fauna en el sitio y sus inmediaciones, pero esta no será mucho mayor a la que antes del cierre del hotel existía en el sitio del proyecto.

Con base en la valoración del impacto ambiental que generaría la ejecución del proyecto en los términos planteados, pero sin aplicar las medidas de mitigación propuestas, los impactos esperados serían de mayor magnitud e importancia que si se aplicaran las medidas de mitigación como se aprecia en este gráfico.

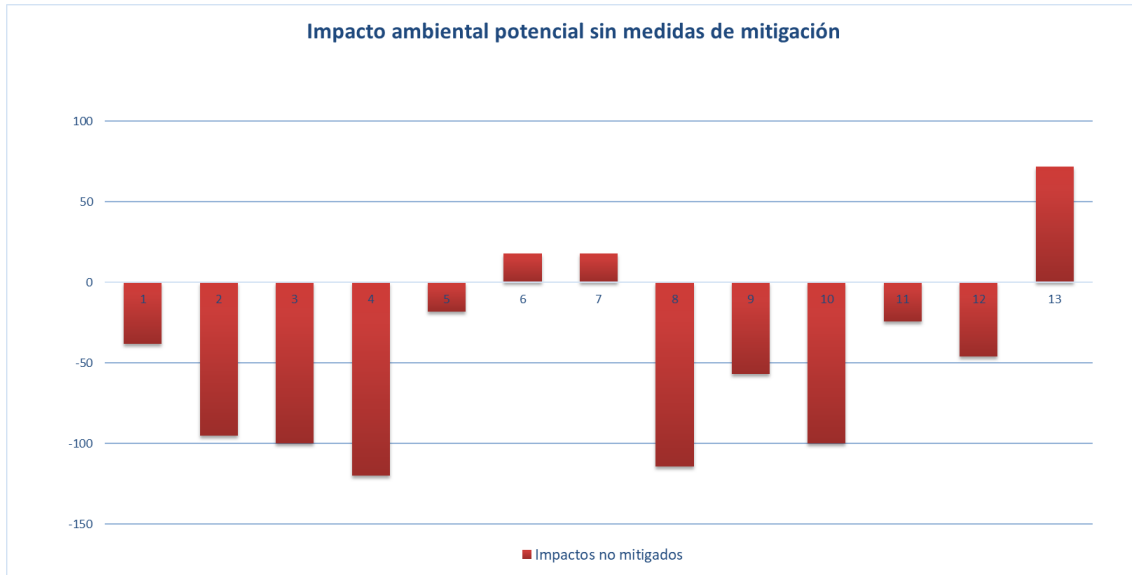


Figura 109. Valor de importancia absoluta de los impactos ambientales que se generarían con la ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, sin la aplicación de medidas preventivas y de mitigación.

Recuérdese del Capítulo previo, apartado VII.2, que las medidas de mitigación propuestas representan una reducción de hasta 68% del valor de importancia del impacto en la etapa de preparación del sitio y construcción, de 95% en la etapa de operación y mantenimiento y de 80% del valor de importancia del impacto ambiental total del proyecto, ya considerando los impactos de la etapa de construcción que persistirán en la etapa de operación (Figura 110).

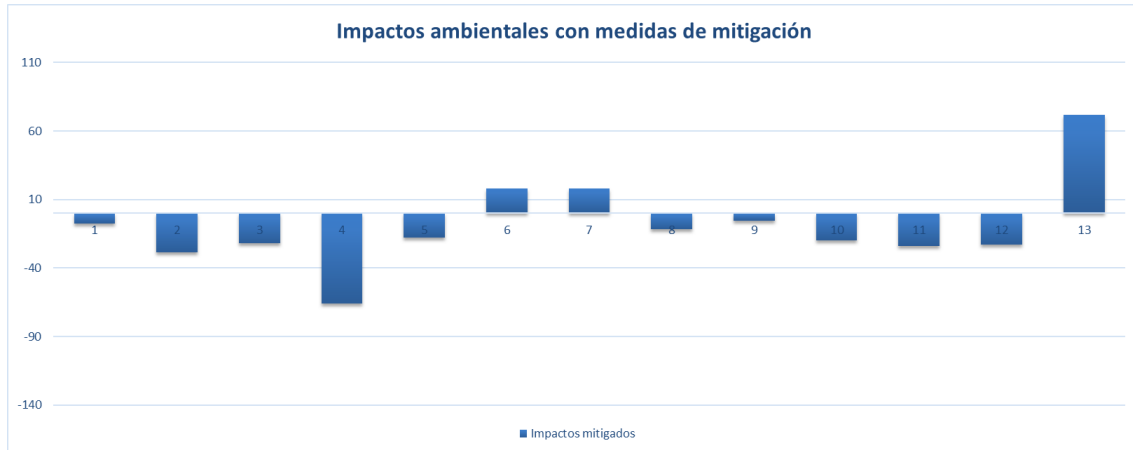


Figura 110. Valor de importancia absoluta de los impactos ambientales que se generarían con la ejecución del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, con la aplicación de medidas preventivas y de mitigación.

### VIII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS

Si se ejecuta el proyecto tal como está planeado, es decir, con la oportuna aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas, el escenario resultante es, en síntesis, el aprovechamiento del territorio dentro de los límites de cambio aceptable establecido por los instrumentos de planeación ambiental y urbana aplicables, a la par de la conservación de las características ambientales que sustentan los servicios ambientales que actualmente presta el sitio del proyecto al Sistema Ambiental.

Las medidas de prevención y mitigación propuestas en este documento tendrán un efecto importante en el ambiente y garantizarán el aprovechamiento sustentable del territorio y, aunque este no es el único escenario se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito ambiental y forestal, si es el único que permite aseverar que su ejecución no dará lugar a daño ambiental o desequilibrio ecológico severo y no mermará los servicios ambientales que actualmente presta el terreno

### VIII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL

El proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya está diseñado dentro de los límites de cambio aceptable establecidos por los instrumentos de planeación ambiental aplicables, satisfaciendo en todo los artículos aplicables a la evaluación de impacto ambiental y remoción de la vegetación que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental; así como los aplicables al cambio de uso del suelo en terrenos forestales que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, como ha quedado de manifiesto en el presente documento.

Por tanto, el pronóstico ambiental es que su ejecución no contraviene lo establecido en la LGEEPA, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables; no propiciará que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción; aunque se afectarán algunos individuos que corresponden a especies amenazadas (de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010), las obras y actividades propuestas no afectarán a la especie como tal y tanto el diseño del proyecto como las medidas preventivas y de mitigación propuestas aseguran su distribución y

abundancia dentro del sitio del proyecto; no dará lugar a daño grave al ecosistema; no propiciará desequilibrio ecológico grave; y no dará lugar a impactos ambientales significativos.

Asimismo, se pronostica que tras la ejecución del proyecto en los términos planteados se mantendrá la biodiversidad del ecosistema de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia dentro de la cual se proyecta ejecutar el cambio de uso del suelo para ejecutar las obras y actividades propuestas; aseverando también que se mitigarán los efectos del proyecto sobre los servicios ambientales de este ecosistema.

Debido a que el sitio de interés se ubica en una zona costera, su aprovechamiento está sujeto, tal como lo establece la LGEEPA y la LGDFS, a autorización previa en materia de impacto ambiental y forestal, mediante la cual se demuestre que las obras y actividades pretendidas no darán lugar a impacto ambiental significativo y que se ajusten a los lineamientos y límites de aprovechamiento que establecen los instrumentos de política ambiental y urbana aplicables, entre los que se cuentan el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050.

Con base en el análisis de escenarios anterior se determinó que la ejecución del proyecto no afectará significativamente las condiciones ambientales locales y del sistema ambiental y que se ajusta a los límites de cambio aceptable establecidos por los instrumentos de planeación ambiental que regulan el aprovechamiento del territorio en la zona. Asimismo, quedó en claro que la no ejecución del proyecto no es garantía de que se mantengan los servicios ambientales que actualmente existen en el sitio.

La ejecución del proyecto incorporando la infraestructura y procesos de operación y mantenimiento descritos no compromete la calidad ambiental o el paisaje del sitio o del sistema ambiental. Al abastecerse de agua de una fuente autorizada con antelación y hacer uso de tecnologías modernas para el tratamiento del agua, no incrementará la demanda de agua en la zona, ni contribuirá a su merma en calidad ni cantidad.

La superficie de cambio de uso de suelo que se solicita para el desarrollo del proyecto incluye toda la superficie de aprovechamiento de las obras proyectadas que interesan con zonas con cobertura vegetal, en este caso, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, donde tendrán lugar todos los impactos ambientales previstos. Esta área es equivalente a 0.002% de la superficie que ocupa el sistema ambiental, a 5.5% de la superficie del sitio del proyecto y a 7.8% del área cubierta por VSA/SMQ.

Como conclusión, se puede pronosticar que la ejecución del proyecto, aunque afectará de una manera mínima el ecosistema donde se encontrará inmerso, aportará beneficios económicos y sociales que son más importantes y significativos que dejar el sitio en el estado en que se encuentra. No debe perderse de vista que las obras y actividades proyectadas están inmersas en el conjunto del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, que presta servicios turísticos en el sitio del proyecto desde los años 90's.

#### VIII.5. PROGRAMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

El Programa de desempeño ambiental del proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, tiene como objetivos los siguientes:

1. Determinar, con base en el marco normativo ambiental aplicable al proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya, y obras existentes los indicadores ambientales que permitan verificar durante su operación el cumplimiento a la regulación ambiental de la empresa Plan Costa Maya, S.A. de C.V.
2. Establecer el alcance, propósito, frecuencia de revisión y estrategia de comprobación de cada uno de los indicadores determinados.
3. Establecer el método para medir el nivel de cumplimiento ambiental del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya.
4. Establecer los mecanismos de retroalimentación que permitan subsanar las no conformidades y la toma de decisiones para mantener un nivel de cumplimiento ambiental acorde a la Política Ambiental de la empresa.

Se adjunta al presente en versión digital el extenso del programa.

#### VIII.6. SEGUIMIENTO Y CONTROL

El seguimiento y control del desarrollo y ejecución de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto Ampliación del hotel Maroma, a Belmond Hotel, Riviera Maya estará a cargo de un técnico ambiental capacitado por definir. Previo al inicio de los trabajos de construcción se manifestará mediante oficio, ante las dependencias ambientales correspondientes, quien será el responsable técnico del seguimiento y control en materia de impacto ambiental.

Si bien aún no se define quién será el responsable de dirigir las acciones para el cambio de uso de suelo en terreno forestal; una vez obtenido el resolutive en sentido favorable del proyecto y, previo a su inicio, se manifestará mediante oficio, ante las dependencias ambientales correspondientes, quien será el responsable técnico del seguimiento y control.

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

De acuerdo con el artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entrega **1 ejemplar impreso del Documento Técnico Unificado Modalidad-B y 1 archivo electrónico (USB), así como 1 archivo electrónico para consulta pública** en cuyo caso se eliminará la información confidencial. Asimismo, el DTU Modalidad-B deberá incluir en el archivo electrónico, las imágenes, planos e información que complementa el estudio.

Para la ubicación y superficie del predio o conjunto de predios y la delimitación de aquella en la que se pretenda realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la construcción y operación del proyecto, es necesario identificarlos mediante planos georreferenciados, como se señala en el artículo 2 fracción XIX del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. **Se presentan los planos. Todos están debidamente georreferenciados y con la información y escalas pertinentes.** Se incluye en formato digital las coordenadas de las poligonales y vértices propuestos para el cambio de uso del suelo del predio.

### IX.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS

- Arellano Rodríguez, J. Alberto, J. Salvador Flores Guido, J. Tun Garrido y Ma. Mercedes Cruz Bojórquez. 2003. ETNOFLORA YUCATANENCE Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Bautista, F. y A. Palacio (eds.). 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. 282 p.
- Carnevali F. C., G. J. L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano & I. Ramírez Morillo (Editores generales) 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado florístico. CICY A. C. Mérida Yucatán México. 328 p.
- CONAFOR. Regla de Operación del Programa Nacional Forestal 2019. Pago por Servicios Ambientales; Modalidad Conservación de la Biodiversidad.
- De los Santos V. M. 1976. Tablas de volúmenes para montes de la Península de Yucatán. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. 82 p.
- Diario Oficial de la Federación. 05 de junio de 2018. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Diario Oficial de la Federación. Publicado el 09 de diciembre del 2020. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Hernández Morales Gleybis. (2010). Cálculo de la Tasa de Erosión Hídrica y Propuesta de Obras de Conservación de Suelo en la Línea de Tendido Eléctrico La Ventosa-Juile, Oaxaca. Tesis Profesional. Ingeniero en Restauración Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Mex.
- Herrera, J. 2011. Recursos hídricos: Hidrología subterránea. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad p. 34-41.
- INEGI. 2002. Estudio hidrológico del Estado de Quintana Roo. INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo. 79 pp.

- INEGI. Carta Uso de suelo y vegetación serie VI. Escala 1:250,000.
- Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Quintana Roo 2013. Primera Edición 2014.
- López Ramos, E., 1979. Estudio Geológico de la Península de Yucatán. En Enciclopedia Yucateca. Geología Peninsular. Tomo X. Gobierno de Yucatán. Mérida
- Mario Martínez Méndez. Estimación de la Erosión del Suelo. Año 2005. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.
- Miranda F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de Vegetación en México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28.
- Navarro, D. T. Jiménez y F. Juárez. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. En: Navarro, D. y J.G. Robinson. 1990. Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo: 371-450.
- 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. (actualización 2019).
- Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Publicación miércoles 27 de marzo de 2015.
- Patiño, V. F., J. L. López T., y D. A. Gómez. Selva (Versión 4). Paquete de Cómputo para Procesar Datos de Inventarios Forestales para Especies de la Península de Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Mérida, Yucatán. 46 p.
- Pérez-Gil, Salcido, Fernando Jaramillo Monrroy, Ana María Muñiz Salcedo y María Gabriela Torres Gómez. 1995. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. Consultores, S. C. y CONABIO, México, 170 p.
- Romahn de la Vega, C.F. y Ramírez Maldonado, H. 2006. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. 2ª. Edición corregida. Publicación digital. México. 294P.
- Rzedowski, J., 1981. Vegetación de México. Limusa, México.
- Sánchez, O., C. Donovarro-Aguilar y J. Sosa-Escalante (editores). 2000. Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INE-SEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. 190 p.
- Sosa-Escalante, J. 2000. Valoración y seguimiento de la biodiversidad: Implicaciones en conservación y manejo. In Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Sánchez, O., C. Donovarro y J. Sosa-Escalante (eds.). Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, CONABIO, USFWS, UADY. México. p. 49-67.
- Sousa M. y Cabrera E. 1983. Listados Florísticos de México. II Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. México, D. F.
- Torres, J. y A. Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: Captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta Ecol. 63: 40-59.

## IX.2. PÁGINAS OFICIALES CONSULTADAS

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://www.conanp.gob.mx>
- Comisión Nacional Forestal. <http://www.conafor.gob.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://www.inegi.gob.mx>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.semarnat.gob.mx>

### IX.3. CARTOGRAFÍA

Acorde al Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se presentan planos para la ubicación y superficie del predio o conjunto de predios y la delimitación de aquella en la que se pretenda realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. **Los planos y mapas se encuentran en el anexo correspondiente. Todos están debidamente georreferenciados y con la información pertinente.**

- Plano georreferenciado del predio.
- Plano de la superficie de cambio de uso del suelo y cuadro de construcción.
- Plano de conjunto del proyecto.
- Mapa de los sitios de muestreo en el área de CUSTF y SA.
- Mapa de uso de suelo y vegetación del INEGI serie VI.
- Mapa de áreas naturales.

### IX.4. FOTOGRAFÍAS

Se anexa carpeta digital con la evidencia fotográfica correspondiente.

### IX.5. MEMORIAS

Inventario forestal: Se incorporan los datos de las fichas de campo de los 10 los sitios de muestreo del inventario forestal en el área de CUSTF del proyecto.

Cuadro 116. Ficha de los Sitios de muestreo en el área de CUSTF. Arbóreo

Sitio (100 m <sup>2</sup> )	No. Consecutivo	Nombre común/Clave	Diámetro (cm)	Altura (m)
1	1	Kanasin	10.5	5
1	2	Coco	21.5	3.5
1	3	Kaniste	15.5	7.5
1	4	Kaniste	15	7.5
1	5	Chit	10	7
1	6	Chaca	22.5	8
1	7	Tastab	16	8.5
1	8	Akits	20	5
1	9	Yaaxnic	11.5	4.5
1	10	Kanasin	10	6.5
2	1	Coco	25	6.5
2	2	Coco	25	7.5
2	3	Chit	10.5	8
2	4	Chechem	13.5	5
2	5	Jabin	26	8.5
2	6	Chit	10.5	8
2	7	Chechem	13.5	5
2	8	Jabin	17.5	8
3	1	Kaniste	11	7.5
3	2	Kaniste	13	8



Sitio (100 m <sup>2</sup> )	No. Consecutivo	Nombre común/Clave	Diámetro (cm)	Altura (m)
3	3	Kaniste	10	5
3	4	Kaniste	18.5	7.5
3	5	Chechem	20.5	8
3	6	Alamo	24	8
3	7	Chechem	20.5	7.5
3	8	Chechem	19.5	7.5
3	9	Chechem	19.5	7.5
3	10	Chechem	20	6.5
3	11	Chechem	30	8
3	12	Chechem	19	8
4	1	Chechem	27.5	8
4	2	Jabin	15	7
4	3	Jabin	24	8
4	4	Kaniste	10.5	6
4	5	Kaniste	10.5	6
4	6	Kaniste	11	6.5
4	7	Chechem	14.5	7
4	8	Kaniste	10	7
4	9	Chechem	12	7.5
4	10	Chechem	15	6.5
4	11	Chit	10	5.5
4	12	Kaniste	10	6
5	1	Chechem	14.5	7
5	2	Chechem	12	7
5	3	Chechem	14.5	7
5	4	Chechem	13	7
5	5	Chechem	13	7
5	6	Chechem	14.5	7
5	7	Sacbob	11.5	5.5
5	8	Chechem	13	6
5	9	Chechem	11	5.5
5	10	Chechem	14.5	7.5
5	11	Chechem	12	7.5
5	12	Chechem	11	7
5	13	Sacbob	15	8
6	1	Kaniste	13	7
6	2	Chechem	21.5	7.5
6	3	Chit	10	7.5
6	4	Chit	10	7.5
6	5	Chechem	17	7.5
6	6	Chit	10	6.5
6	7	Chechem	16	7.5
6	8	Chit	10	6

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD B  
 PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL HOTEL MAROMA, A BELMONT HOTEL, RIVIERA MAYA

Sitio (100 m <sup>2</sup> )	No. Consecutivo	Nombre común/Clave	Diámetro (cm)	Altura (m)
6	9	Chit	10	6
6	10	Chechem	17	7.5
6	11	Chechem	17.5	7.5
6	12	Chechem	18	7
6	13	Chechem	10	3
6	14	Chechem	25.5	7.5
6	15	Chit	10	7.5
6	16	Jabin	33.5	8
6	17	Jabin	31	8
6	18	Chechem	21	7.5
6	19	Guarumbo	25.5	7.5
7	1	Chechem	19.5	7.5
7	2	Chechem	17.5	7.5
7	3	Chechem	17.5	7.5
7	4	Chechem	12.5	6.5
7	5	Tatsi	19	8
7	6	Chechem	14	6.5
7	7	Chit	10	7.5
7	8	Akits	17	8
7	9	Chit	10	5.5
7	10	Chit	10	5.5
7	11	Chit	10	5.5
7	12	Chit	10	3
7	13	Coco	30	8.5
8	1	Chechem	14	8
8	2	Tatsi	11	7
8	3	Chechem	21.5	7.5
8	4	Chit	11	3
8	5	Chechem	23	7.5
8	6	Chechem	22.5	8
8	7	Kaniste	12	6.5
8	8	Chechem	13	6
8	9	Chit	10	4
8	10	Chechem	13	7.5
8	11	Chechem	10	5
8	12	Chit	10	3
8	13	Chaca	25.5	8
9	1	Coco	27	8.5
9	2	Cude	15	7
9	3	Coco	24	7.5
9	4	Chechem	17	8
9	5	Chechem	19	8
10	1	Coco	29	9

Sitio (100 m <sup>2</sup> )	No. Consecutivo	Nombre común/Clave	Diámetro (cm)	Altura (m)
10	2	Coco	21	8.5
10	3	Chechem	22.5	7
10	4	Chit	10.5	7
10	5	Chit	10	5
10	6	Coco	20.5	6

Cuadro 117. Ficha de los Sitios de muestreo en el área de CUSTF. Arbustivo

Sitio (25 m <sup>2</sup> )	No. Consecutivo	Nombre común/Clave	Diámetro (cm)	Altura (m)
1	1	Kaniste	5	5
1	2	Kaniste	5.5	5.5
1	3	Tastab	9	6.5
1	4	Chit	9.5	6.5
2	1	Chacni	3.5	3.5
2	2	Ximche	7	6.5
2	3	Eugenia	3	2
3	1	Chit	7	7
3	2	Chechem	9.5	7
3	3	Chit	8.5	4.5
3	4	Chit	8	2
3	5	Chit	9	7
3	6	Chechem	9	7
3	7	Chit	8.5	5
3	8	Chit	8	2
3	9	Chit	8.5	8
3	10	Chit	7.5	3.5
3	11	Chechem	8	6.5
3	12	Chit	8.5	6
3	13	Chit	7.5	3.5
3	14	Chechem	8	6
4	1	Tatsi	4	4
4	2	Chit	8.5	4
4	3	Chit	8	6
4	4	Chit	8	3.5
4	5	Kaniste	5.5	4.5
4	6	Sacbob	3	3
4	7	Chit	7	2
4	8	Chit	8	5.5
4	9	Chit	7.5	2
4	10	Kaniste	4	5
4	11	Kaniste	5	5
4	12	Chit	8	5.5
4	13	Chintoc	4.5	6

Sitio (25 m <sup>2</sup> )	No. Consecutivo	Nombre común/Clave	Diámetro (cm)	Altura (m)
5	1	Jabin	4.5	6.5
5	2	Chit	8.5	6.5
5	3	Chit	8	4.5
5	4	Chit	7	5.5
5	5	Chit	7	2
5	6	Ekulub	3	3.5
5	7	Chit	7.5	2
5	8	Chit	8	3.5
5	9	Chit	8	7.5
5	10	Chit	8	3.5
6	1	Chit	9	4.5
6	2	Chit	9	5
6	3	Chit	9	7
6	4	Chit	8.5	3.5
6	5	Chechem	8.5	7
6	6	Chit	9.5	3.5
7	1	Kaniste	9	7
7	2	Chit	5	2
7	3	Chit	9	7.5
7	4	Uchuche	4	6
7	5	Kaniste	3	3
7	6	Chit	8.5	7
7	7	Chit	9.5	4.5
8	1	Chit	9.5	5.5
8	2	Chit	9	4
8	3	Chit	8	6.5
8	4	Chit	9	7
9	1	Kaniste	4	6
9	2	Chit	9	7
9	3	Chit	7	6.5
10	1	Xkanan	4	2

Cuadro 118. Ficha de los Sitios de muestreo de regeneración en el área de CUSTF. Herbáceo

Sitio (1 m <sup>2</sup> )	Nombre común/Clave	Altura (cm)
1	Chit	80
1	Bejuco espino (Pakalche)	20
1	Bejuco espino (Pakalche)	20
1	Bejuco espino (Pakalche)	20
2	Chacni	100
2	Zapote	100
2	Chit	30
3	Chit	80

Sitio (1 m <sup>2</sup> )	Nombre común/Clave	Altura (cm)
3	Chit	80
4	Chit	60
5	Chit	80
6	Kaniste	50
7	Kaniste	50
7	Kaniste	50
7	Kaniste	50
8	Kaniste	40
8	Kaniste	40
8	Jabin	25
8	Jabin	25
9	Akits	20
9	Akits	20
9	Chechem	30
10	Jabin	40

#### IX.6. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Cualquier tipo de proyecto debe evaluarse desde el punto de vista de su interacción recíproca con el medio y, por tanto, en términos de la capacidad de acogida del proyecto por el mismo y de los efectos de este sobre aquél (Conesa Fernández-Vítora, 1997)<sup>35</sup>. En ese sentido, la evaluación del impacto ambiental debe partir del análisis de las diferentes etapas del proyecto, y del estudio del entorno o área de influencia de aquél. Tales consideraciones se han hecho en los capítulos precedentes.

Siguiendo las metodologías propuestas por Conesa Fernández-Vítora (1997) y Gómez Orea (1999)<sup>36</sup>, en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a valorar los impactos para determinar su grado de significancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

No se debe perder de vista que el propósito de la evaluación del impacto ambiental, según el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es establecer 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 ambiente.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser

<sup>35</sup> Conesa Fernández-Vítora, V., 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ª. ed. Ediciones Mundi-Prensa. 412 p.

<sup>36</sup> Gómez Orea, D., 1999. Evaluación del Impacto Ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Coedición Ediciones Multi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. 701 p.

causantes de contingencia ambiental<sup>37</sup>, desequilibrio ecológico<sup>38</sup>, emergencia ecológica<sup>39</sup> o daño ambiental irreversible<sup>40</sup>, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

#### IX.6.1 Identificación de las acciones del proyecto que pueden causar impactos

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Gómez Orea, 1999)<sup>41</sup>, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, según Conesa Fernández-Vítora (1997), se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los aspectos que modifican el uso del suelo, que implican emisión de contaminantes, acciones derivadas de almacenamiento de residuos, acciones que implican sobreexplotación de recursos, acciones que implican subexplotación de recursos, acciones que actúan sobre el medio biótico, acciones que dan lugar al deterioro del paisaje, acciones que repercuten sobre las infraestructuras, acciones que modifican el entorno social, económico y cultural, acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso<sup>42</sup>.

---

<sup>37</sup> Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas (LGEEPA, Art. 3, frac. VIII).

<sup>38</sup> La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos (LGEEPA, Art. 3, frac. XII).

<sup>39</sup> Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que, al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas (LGEEPA, Art. 3, frac. XVI).

<sup>40</sup> Toda pérdida, deterioro o menoscabo que se realice en cualquiera de los elementos que conforman un ecosistema, un recurso biológico o natural, o en los que condicionan la salud o la calidad de vida de la población, como resultado de la actividad humana, que no es posible revertir o restaurar.

<sup>41</sup> Según Gómez Orea (1999) estos términos deben entenderse como sigue:

Relevantes: han de ajustarse a la realidad del proyecto y ser capaces de desencadenar efectos notables; Excluyentes/independientes: para evitar solapamientos que puedan dar lugar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos; Fácilmente identificables: susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos o diagramas de proceso; Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto; Cuantificables: en la medida de lo posible, deben ser medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de magnitud: superficie y volumen ocupados; localización espacial; flujo; y momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.

<sup>42</sup> Según Conesa Fernández-Vítora (1997), estos términos deben entenderse como sigue:

Intensidad. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

Extensión. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto.

Persistencia. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Para la identificación de las acciones susceptibles de causar impactos se tomó en cuenta la descripción del proceso constructivo, en sus tres etapas, incluida en el capítulo II de este manifiesto.

#### IX.6.2 Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, tanto Gómez Orea (1999), como Conesa Fernández-Vítora (1997), coinciden en que éstos han de ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el Medio; relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto; excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias; de fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo; de fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toma en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando este es el caso, se puede adoptar el criterio sugerido por Conesa Fernández-Vítora (1997), en el que el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo de su extensión: área de influencia en relación con el entorno; complejidad: compuesto de elementos diversos; rareza: no frecuente en el entorno; representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico; naturalidad: natural, no artificial; abundancia: en gran cantidad en el entorno; diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno; estabilidad: permanencia en el entorno; singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido; irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración; fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter precedero de la cualidad del factor; continuidad: necesidad de conservación; insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido; clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso; interés ecológico: por su peculiaridad ecológica; interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural; interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante); dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado; y significación: importancia para la zona del entorno.

---

Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.

Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Momento en que interviene. Se refiere a la etapa del proceso constructivo en donde tiene lugar: fase pre-constructiva, constructiva u operacional.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con este fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima) (Estevan Bolea, 1984, *En*: Conesa Fernández-Vítora, 1997).

### IX.6.3 Identificación, descripción y valoración de impactos potenciales

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria. Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración.

En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio, acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia. En aquellas casillas de cruce que correspondan a los impactos más importantes, a los que se produzcan en lugares o momentos críticos y sean de imposible corrección y que darán lugar a las mayores puntuaciones en el recuadro relativo a la importancia, se le superpondrán las llamadas Alertas o Banderas Rojas, para llamar la atención sobre el efecto y buscar alternativas en el proyecto que eliminen la causa y la permuten por otra de efectos menos nocivos. Si no es posible modificar la actividad o acción impactante, deben buscarse medidas correctivas, de mitigación o de compensación que anulen, palien o mitiguen los efectos negativos.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada como se indicará más adelante. Con esta matriz se mide el impacto ambiental (I<sub>ij</sub>) generado por una acción simple de una actividad (A<sub>i</sub>) sobre un factor ambiental considerado (F<sub>j</sub>), es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el ratio mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto se establece en función de 11 características. La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad de este y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto. Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:



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

Donde:	I	= Importancia del impacto
	±	= Signo
	IN	= Intensidad
	EX	= Extensión
	MO	= Momento
	PE	= Persistencia
	RV	= Reversibilidad
	SI	= Sinergia
	AC	= Acumulación
	EF	= Efecto
	PR	= Periodicidad
	MC	= Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados. La importancia del impacto toma valores entre 13 y 92. En términos generales puede afirmarse que los valores inferiores a 25 son irrelevantes, entre 25 y 50 moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

Para calificar la intensidad, que se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, la escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

Para calificar la extensión que se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

Para calificar el momento, es decir, el plazo de manifestación del impacto que alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado, se considera lo siguiente: cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, medio plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, largo plazo. Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

Para calificar la persistencia, que se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras, se considera si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, en cuyo caso se considera que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1; si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

Para evaluar la reversibilidad o posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio, se califica siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al corto plazo, se le asigna un valor de 1, si es a medio plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

Para evaluar la recuperabilidad o posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana, se califica valorando si el efecto es totalmente recuperable, en cuyo caso se le asigna un valor de 1 o 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo; si lo es parcialmente, el efecto es mitigable y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable, pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

La sinergia contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

El atributo acumulación da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

El efecto se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

Para medir la regularidad de manifestación del efecto, es decir, su periodicidad, se determina si este ocurrirá de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

#### IX.6.4 Medidas de prevención y/o corrección de impactos potenciales

No se debe pasar a las conclusiones respecto de la evaluación de los impactos, sin tomar en cuenta que éstos pueden ser mitigados o compensados por las acciones propuestas. Sin embargo, la eficiencia y eficacia de tales medidas, dependerá de la adecuada y oportuna aplicación de las mismas en los momentos sugeridos.

De acuerdo con Conesa Fernández-Vítora (1997), prevenir, paliar o corregir el impacto ambiental significa introducir medidas preventivas y/o correctoras durante y después de implementar el proyecto a fin de explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio en aras al mejor logro ambiental del proyecto o actividad; anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas; e incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

Adicionalmente, Gómez Orea (1999) señala que para la identificación y adopción de las medidas se deben tener en cuenta la viabilidad técnica, eficacia y eficiencia ambiental, viabilidad económica y financiera, y facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control. Las medidas a tomar pueden ser de varios tipos. Protectoras, es decir, que evitan la aparición del efecto modificando los elementos que definen la actividad. Correctoras de impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre los procesos productivos, condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor, factores del medio como agente receptor u otros parámetros, como la modificación del efecto hacia otro de menos magnitud o importancia. Compensatorias, de impactos irreversibles e inevitables, que no evitan la aparición del efecto, ni lo anulan o atenúan, pero contrapesan de alguna manera la alteración del factor.

En cualquiera de los casos se debe incluir un apartado en el que se presente un informe de las medidas que se aplicarán incluyendo al menos el impacto al que se dirige o efecto que pretende corregir, prevenir o compensar; la definición de la medida; el objetivo; el momento óptimo para la introducción de la medida; prioridad y urgencia; y eficacia y/o eficiencia.

#### IX.6.5 Valoración cualitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados

##### *IX.6.5.1. Valoración relativa*

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa propuesto por Conesa Fernández-Vítora (1997), con base en la importancia  $I_i$  de los efectos que cada Acción  $A_i$  de la actividad produce sobre cada factor del medio  $F_j$ .

Dicho modelo, contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas ( $IR_i$ ), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores

negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas. Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (IRj), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel. Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior. Este tipo de efectos (IRPj), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (IRj) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (IRi) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

#### *IX.6.5.2. Valoración absoluta*

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (Ii), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones (Conesa Fernández-Vítora, 1997).

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (Ij), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad. De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (IPj), obtenidos en este caso por suma algebraica. Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (Ij), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales. Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

IX.6.6 Análisis del modelo

Siguiendo con Conesa Fernández-Vítora (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

La importancia total  $l_i$ , de los efectos debidos a cada acción  $i$   
 $l_i = \sum_j l_{ij}$

La importancia total ponderada  $IR_i$ , de los mismos  
 $IR_i = \sum_j l_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$

La importancia total  $l_j$ , de los efectos causados a cada factor  $j$   
 $l_j = \sum_i l_{ij}$

La importancia total ponderada  $IR_j$ , de los mismos  
 $IR_j = \sum_i l_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$

La importancia total  $I$ , de los efectos debidos a la actuación  
 $I = \sum_i l_j = \sum_i l'_i + IP = l' + IP$

La importancia total ponderada  $IR$ , de los mismos  
 $IR = \sum_j IR_j = \sum_j l'_Ri + IPR = l'R + IPR$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que en esta valoración cualitativa se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En el Cuadro 119 se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

*Cuadro 119. Matriz de Importancia. En busca de una mayor claridad y comprensión de la metodología descrita, se muestra la estructura de la matriz de importancia que resultaría de su aplicación. FUENTE: Conesa Fernández-Vítora, 1997.*

Factores	UIP	Situación 1								Situación 2							
		Acciones				n + 1		Acciones				n + 1		n + 2		n + 3	
		1	2	i	n	1	2	1	2	i	n	1	2	1	2	1	2
A1	A2	Ai	An	Ab.	Rel.	A1	A2	Ai	An	Ab.	Rel.	Ab.	Rel.	Ab.	Rel.		
F1	P1																
F2	P2																
Fj	Pj			$l_{ij}$	$l_{nj}$	$l_j$	$IR_j$			$l'_{ij}$	$l'_{nj}$	$l'_j$	$l'R_j$	$IP_j$	$IRP_j$	$l_j$	$IR_j$

Factores	UIP	Situación 1						Situación 2									
		Acciones				n + 1		Acciones				n + 1		n + 2		n + 3	
		1	2	i	n	1	2	1	2	i	n	1	2	Total de efectos permanentes de la Sit. 1		Importancia total	
A1	A2	Ai	An	Ab.	Rel.	A1	A2	Ai	An	Ab.	Rel.	Ab.	Rel.	Ab.	Rel.		
Fm	Pm																
Total	Absoluto			li		l	-			l'i			-	l'	-	l	-
	Relativo			IRi		-	IR			l'Ri		-		-	l'R	-	IR

Ab. = Importancia absoluta;

Rel. = Importancia relativa

$$li = \sum_{j=1}^n lij \quad IRi = \sum_{j=1}^n lij \cdot Pj / \sum_{j=1}^n Pj \quad lj = \sum_{i=1}^n lij \quad IRj = \sum_{i=1}^n lij \cdot Pj / \sum_{i=1}^n Pj \quad l'j = \sum_{i=1}^n l'ij \quad IRj = l'Rj + IRj$$

POR UN USO RESPONSABLE DEL PAPEL LOS DOCUMENTOS “PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN”, “PROGRAMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL” Y EL “PROGRAMA DE RESTAURACIÓN” SE PRESENTAN EN VERSIÓN DIGITAL.